



## EL AULA MULTIFUNCIONAL DISEÑO DE PROTOTIPO DE AULA ESCOLAR PREFABRICADA

TFG. Curso 2020-21. Grupo M. Alumno: Fernando Piña Morales. Tutora: Esther Mayoral Campa







## EL AULA MULTIFUNCIONAL

### DISEÑO DE PROTOTIPO DE AULA ESCOLAR PREFABRICADA DE EMERGENCIA

TFG. Curso 2020-21. Grupo M. Alumno: Fernando Piña Morales. Tutora: Esther Mayoral Campa

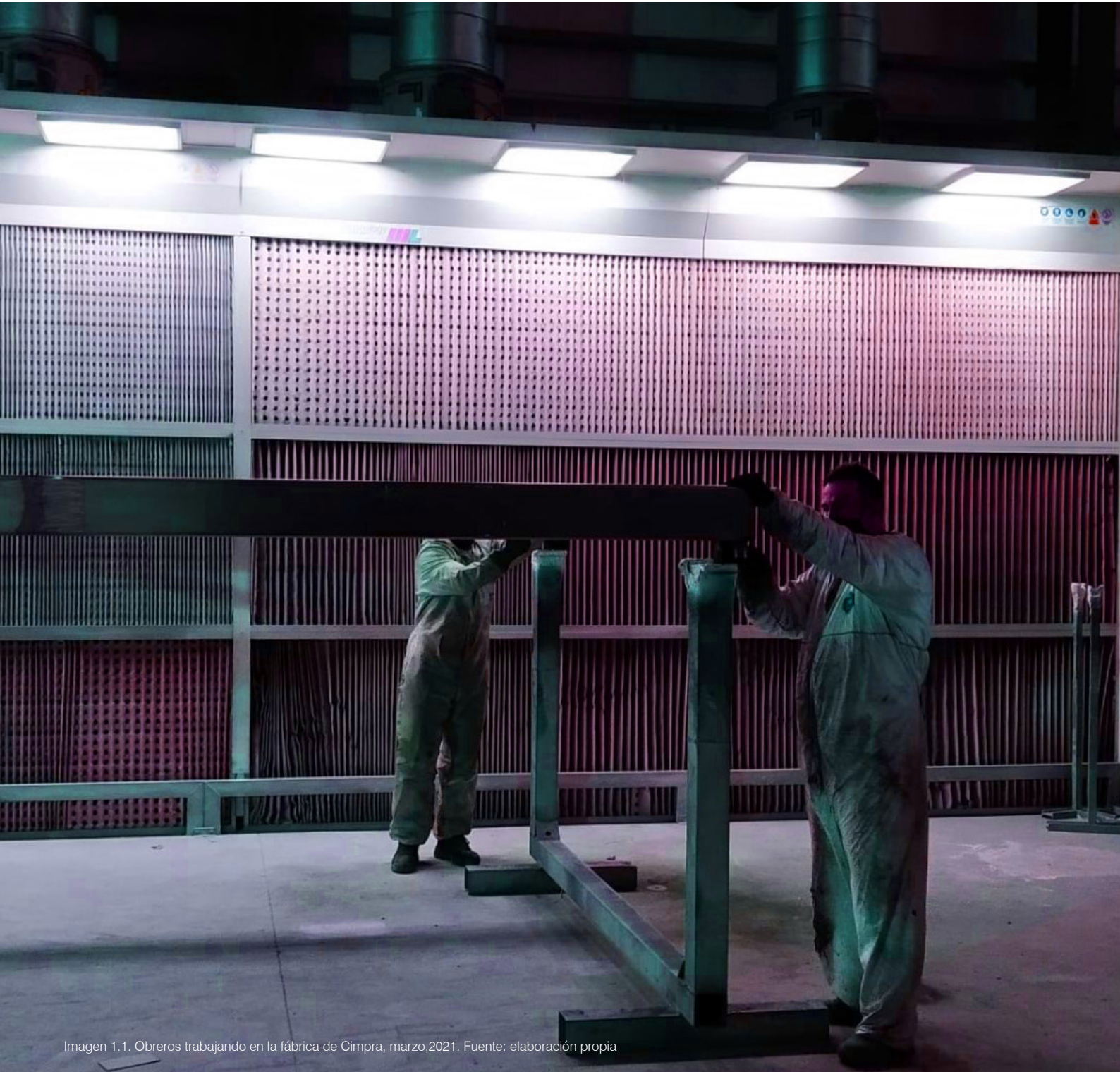


Imagen 1.1. Obreros trabajando en la fábrica de Cimpra, marzo, 2021. Fuente: elaboración propia

## ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	Pág 7
2. INTRODUCCIÓN.....	Pág 8
2.1. Motivaciones.....	Pág 13
2.2. Oportunidad.....	Pág 13
2.3. Objetivos.....	Pág 15
2.3.1. Objetivo general.....	Pág 15
2.3.2. Objetivos específicos.....	Pág 16
2.4. Metodología.....	Pág 17
2.5. Estado de la cuestión.....	Pág 20
2.5.1. Dualidad pedagógica – espacio actual.....	Pág 20
3. ANTECEDENTES. PROPUESTA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA.....	Pág 26
4. EL AULA COMO ESPACIO DIVERSO DE APRENDIZAJE.....	Pág 56
4.1. El espacio interior.....	Pág 62
4.1.1. El espacio polivalente y cualificado.....	Pág 62
4.1.2 La luz, la escala y la sección del aula.....	Pág 63
4.2. Más allá del aula.....	Pág 67
4.2.1. Calle del aprendizaje.....	Pág 67
4.3. Los límites.....	Pág 72
4.3.1. El muro habitado.....	Pág 73
4.3.2. El aula infinita.....	Pág 79
4.4. El contenido.....	Pág 84
4.4.1. El niño como referencia a escalar.....	Pág 85
4.4.2. El mueble flexible.....	Pág 85
4.5. Conclusiones.....	Pág 86
5. LA ARQUITECTURA MODULAR PREFABRICADA EN EL ÁMBITO ESCOLAR.....	Pág 88
5.1. Casos de estudio de arquitectura modular prefabricada.....	Pág 92
5.2. El modelo Cimpra.....	Pág 111
6. DISEÑO Y DESARROLLO DE PROTOTIPO DE AULA.....	Pág 123
7. CONCLUSIONES.....	Pág 139
8. BIBLIOGRAFÍA.....	Pág 142



Imagen 1.2. Montaje de un módulo en la fábrica de Cimpra, marzo 2021. Fuente: elaboración propia



## 1. RESUMEN

La necesidad de ampliación y construcción de nuevos centros educativos en Andalucía ha obligado a las distintas administraciones públicas a optar por un modelo de aula prefabricada temporal marcada por su falta de flexibilidad y sostenibilidad, y la ausencia de una reflexión seria sobre la influencia que la arquitectura ejerce en el desarrollo del aprendizaje. La pobres características arquitectónicas de estas aulas prefabricadas impiden que se pueda desarrollar en ellas una educación que apueste por métodos pedagógicos innovadores como el método Montessori, el método Waldorf o Reggio Emilia, por poner algunos ejemplos.

Por ello, este trabajo tiene como principal objetivo la elaboración de un prototipo de aula modular prefabricada, flexible, sostenible y transportable, destinada a alumnos de educación infantil y primaria. Este prototipo se diseña con el propósito de convertirse en un sustituto eficaz y mejorado del sistema de aulas prefabricadas que se utiliza actualmente y que, mediante su adecuada distribución y elección de materiales, tenga la capacidad de adaptarse de manera eficaz a múltiples situaciones, tanto en su emplazamiento, como en sus condiciones espaciales, materiales y pedagógicas. Para ello, se ha partido de un análisis de las "Normas de diseño y constructivas para los edificios de uso docente de la Junta de Andalucía" y se ha investigado la influencia de la arquitectura en el desarrollo del aprendizaje y de su importancia sobre todo en el método pedagógico Montessori. De esta forma, mediante un estudio sobre la arquitectura modular y sus capacidades adaptativas, se ha ofrecido un prototipo de aula que responda a la normativa proporcionada por la Junta de Andalucía y, además, ofrezca una solución a los problemas que presenta la arquitectura modular prefabricada utilizada en la actualidad.

*Palabras clave:* arquitectura modular, aulas prefabricadas, espacio multifuncional, espacio docente, arquitectura pedagógica.

The need to expand and build new educational centres in Andalusia has forced the different public administrations to opt for a temporary prefabricated classroom model marked by its lack of flexibility and sustainability, and the absence of serious reflection on the influence that architecture has on the development of learning. The poor architectural characteristics of these prefabricated classrooms make it impossible to develop in them an education based on innovative pedagogical methods such as the Montessori method, the Waldorf method or Reggio Emilia, to give just a few examples. Therefore, the main objective of this work is the development of a prototype of a prefabricated, flexible, sustainable and transportable modular classroom for infant and primary school pupils. This prototype is designed with the aim of becoming an effective and improved substitute for the system of prefabricated classrooms currently in use and which, through its appropriate distribution and choice of materials, has the capacity to adapt effectively to multiple situations, both in its location and in its spatial, material and pedagogical conditions. To this end, an analysis of the "Design and construction standards for buildings for educational use of the Junta de Andalucía" has been used as a starting point and the influence of architecture on the development of learning and its importance, especially in the Montessori pedagogical method, has been investigated. In this way, through a study of modular architecture and its adaptive capacities, a prototype classroom has been offered that responds to the regulations provided by the Junta de Andalucía and, furthermore, offers a solution to the problems presented by the prefabricated modular architecture currently used.

*Keywords:* modular architecture, prefabricated classrooms, multifunctional space, teaching space, pedagogical architecture.





*“Se sabe que en el pasado, filósofos y santos acostumbraban a sentarse con sus discípulos a la sombra de un mango, consiguiendo transmitirles su sabiduría sin necesidad de edificaciones de hormigón armado. Más eran grandes hombres y grandes espíritus que sabían aprovechar el universo entero como material didáctico junto a los simples recursos de su inteligencia y su fantasía”<sup>1</sup>. Richard Neutra*

Podemos entender la arquitectura como la expresión tangible del comportamiento humano. Siendo la arquitectura unos de los principales medios en los que está patente la evolución de la sociedad. La arquitectura siempre se ha nutrido de los nuevos sistemas y tecnologías desarrollados por las distintas épocas de la historia del ser humano. Tanto es así que hoy en día, el abanico de recursos y tipologías constructivas que permiten el diseño de una edificación es muy amplia.

Las nuevas necesidades de una sociedad cada vez más globalizada y concienciada con el medio que la rodea, ya sea por problemas medioambientales, crisis económicas, sociales y políticas, requiere de una arquitectura eficaz, sostenible y que resuelva al menos temporalmente las diferentes exigencias demandadas por la sociedad. Factores que invitan a la reflexión de qué materiales y sistemas constructivos emplear. Ya que el uso de una arquitectura tradicional basada en el hormigón y ladrillo, conlleva la creación de múltiples residuos contaminantes y una ejecución de edificación prolongada temporalmente.

En el ámbito docente en España, especialmente en Andalucía, existe una carencia en los centros educativos, su falta de flexibilidad y capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes de su entorno, ya sea esta por la necesidad de ampliación de los mismos, rehabilitación o la

---

1 NEUTRA, Richard. 1948. Reproducido por RAMÍREZ POTES, Francisco en “Arquitectura y pedagogía en el desarrollo de la arquitectura Moderna”. Revista Educación y Pedagogía. vol. 21, nº 54. Mayo-agosto, 2009.p. 49

creación de centros educativos de nueva planta capaces de absorber las oscilaciones de la población escolar en los diferentes núcleos urbanos. Una de las principales dificultades a la que se enfrenta cualquier administración pública o entidad privada del ámbito docente es el diseño de un centro escolar que no solo resuelva la necesidad de la comunidad docente de ese momento sino que permita una cierta flexibilidad de cara a un cambio de nuevas exigencias pedagógicas y funcionales, ya sean estas aumento de alumnos, cambios de edades en los usuarios del centro, en los espacios, o en las estrategias pedagógicas que exijan una mayor flexibilidad del aula.

En España y particularmente en Andalucía, tanto los procesos pedagógicos, como los sistemas constructivos son excesivamente rígidos. Los primeros vinculados a la escuela graduada, asumen una organización espacial, muy poco flexible, organizada por edades y con el aula como

unidad espacial estable, cerrada y con poca capacidad de transformación donde, además, todavía se establece una relación jerárquica entre el profesor y el alumno, y se deja poco lugar para ensayar otras formas de aprendizaje. Por otro lado, el sistema constructivo empleado en las escuelas generalmente se basa en un sistema constructivo tradicional, de construcción húmeda, compuesto principalmente de elementos estructurales de hormigón armado y cerramientos de fábricas de ladrillo. Dicho sistema constructivo presenta grandes dificultades a la hora de asumir cambios en los espacios, ya que por lo general se necesita una gran inversión temporal y económica para su transformación, provocando que en un lapsus corto de tiempo estos centros queden obsoletos para el fin y uso que fueron diseñados. Como remedio a corto plazo, es común sobre todo en Andalucía, instalar unas casetas prefabricadas que doten al centro escolar (o las sustituyan en algunos casos) de nuevas aulas o nuevos espacios necesarios para

acoger aquellas funciones deficitarias en el centro escolar. Dichos módulos, a menudo sin un diseño específico para la docencia, obligan a la comunidad educativa a adaptarse a ese medio y no al revés, mermando el desarrollo pedagógico de los usuarios de esos espacios.

El uso de la arquitectura prefabricada y modular, se antoja como una solución factible tanto por los tiempos de ejecución como por su reducido coste económicamente, siempre y cuando esta arquitectura se adapte a las necesidades básicas del uso docente y no al revés. Ya que la arquitectura prefabricada permite una flexibilidad mayor, al presentar unas técnicas de construcción en seco, que favorecen la velocidad de construcción y montaje y la introducción de materiales innovadores, cuestiones que permiten diseñar un prototipo específico y transportable útil y maleable, pero también creativo y versátil para las nuevas formas educativas, y pueden ampliar el programa de éstos edificios con la

instalación de nuevos espacios docentes como laboratorios, vestuarios, aseos, zonas deportivas y ampliaciones de aulas entre otros.

La ejecución de la misma es otra de las ventajas a tener en cuenta en este tipo de edificaciones, ya que su ejecución es más rápida que la construcción tradicional, lo que permite dotar a la zona de este equipamiento en poco tiempo. Además, como se ha mencionado anteriormente, el uso de materiales y técnicas innovadoras tanto estructurales como constructivas, así como la construcción en seco, permiten una fácil sustitución de los elementos constructivos y la generación de menos residuos. En algunos países como Estados Unidos, Suecia, Canadá y Finlandia el uso de centros escolares prefabricados tiene una larga tradición facilitando con ello, la integración del edificio en el entorno, la modificación si fuese necesario de su emplazamiento, la sustitución de parte de los edificios e incluso reformas integrales que no afectan prácticamen-

te a la actividad educativa.

Este trabajo se centrará en el diseño o prototipo de uno de los espacios esenciales de la arquitectura escolar, el aula, unidad pedagógica y funcional en torno a la cual gira todo el proceso pedagógico. El diseño de las mismas ha sufrido a lo largo del tiempo múltiples transformaciones, vinculadas a las diferentes corrientes pedagógicas, así pedagogos, como Fröebel, Montessori, Steiner, Malaguzzi, etc., han entendido el espacio del aula de formas diversas.

El diseño de un prototipo de aula se antoja complejo, por un lado debe ser lo suficientemente flexible, para acoger diferentes planteamientos pedagógicos, por otro debe poder adaptarse a las diferentes etapas evolutivas del niño y tener la versatilidad suficiente para acoger a niños de diferentes edades. Desde el punto de vista del diseño, el aula, debe partir de un espacio que no solo garanticen la seguridad, sino que

contemple unos requisitos mínimos de diseño y confortabilidad, cuestiones muy alejadas de los prototipos de aulas prefabricadas actuales, que surgen de la urgencia de acoger una función y tienen una baja calidad arquitectónica. La revisión de esas aulas prefabricadas ejecutadas actualmente, será el punto de inicio de este trabajo de investigación, siendo este el principal objetivo de desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.

La propuesta que se va a desarrollar en este Trabajo de Fin de Grado consistirá en el diseño de un aula escolar multifuncional prefabricada flexible que, de forma eficaz, resuelva carencias reales en centro educativos existentes, como la posibilidad de ampliación o la previsión de espacios multidisciplinarios, siempre con la premisa de una ejecución temporal y un presupuesto económico reducido. Esta propuesta no se plantea como un elemento temporal, sino como un proyecto con una vida útil considerable, ya

que, aunque actualmente se concibe la arquitectura prefabricada como algo efímero, esta puede tener una larga vida, en el mismo lugar o trasladada a otros lugares.

## 2.1 MOTIVACIÓN

Este trabajo parte de una motivación inicial que se centraba en mi interés por la arquitectura prefabricada. La falta de formación detectada a este efecto en los estudios de Grado hace interesante un acercamiento a un tipo de arquitectura que se escapa de la tecnología arquitectónica que solemos estudiar o proyectar normalmente, pues en las distintas asignaturas del Grado en Fundamentos de la Arquitectura se impone el desarrollo de una arquitectura más tradicional acompañada del uso del hormigón y el ladrillo.

El otro ámbito de estudio que se desarrollará a lo largo de este Trabajo de Fin de Grado es un acercamiento a la arquitectura docente a través

del desarrollo de una propuesta de aula multifuncional, accesible y flexible. Su diseño representa un reto, dado que nunca antes he realizado un proyecto relacionado directamente con un uso docente. Por lo que el trabajo supone un doble desafío a nivel de reflexión proyectual, por un lado, el trabajo con una arquitectura ligada a un prototipo, ligero, flexible y transportable y por otro lado la reflexión acerca de la arquitectura docente. La elaboración de este trabajo de investigación me permitirá incorporar esta experiencia, a las ya vividas y estudiadas de forma que implementen y mejoren mi preparación como arquitecto.

## 2.2 INTERÉS Y OPORTUNIDAD

El aula tal y como se ha conocido hasta la fecha está cada vez más en crisis. Por un lado, casi todas las pedagogías alternativas que se han desarrollado desde el siglo XX, parecen poner en crisis su espacio. Por otro lado, la pandemia que

**Diario de Sevilla**

**EDITORIAL**

SEVILLA PROVINCIA ANDALUCÍA ESPAÑA ECONOMÍA SOCIEDAD DEPORTES CULTURA COFRADÍAS OPINIÓN [TODAS LAS SECCIONES](#)

EDITORIAL ARTÍCULOS TRIBUNA ANÁLISIS CARTAS AL DIRECTOR

EDITORIAL

## *Calor en las aulas, un problema que se enquist*

Nuestros escolares merecen espacios en los que estudiar no sea un martirio y un riesgo para la salud por las altas temperaturas

Imagen 2.1 Noticias sobre la habitabilidad del aula. Fuentes (izquierda): Sevilla, D. (2018, 29 septiembre). Calor en las aulas, un problema que se enquista. Diario de Sevilla. [https://www.diariodesevilla.es/opinion/editorial/Calor-aulas-problema-enquista\\_0\\_1286571344.html](https://www.diariodesevilla.es/opinion/editorial/Calor-aulas-problema-enquista_0_1286571344.html) Fuente (derecha): Redacción, A. (2021a, enero 21). El problema de la ventilación de las aulas: "Coronavirus o pulmonía, ¿cuál es tu elección?" AraInfo · Diario Libre d'Aragón. <https://arainfo.org/el-problema-de-la-ventilacion-de-las-aulas-coronavirus-o-pulmonia-cual-es-tu-eleccion/>

actualmente nos azota, ha puesto en evidencia sus limitaciones y ha recuperado como elemento de discusión ideas vinculadas a las aulas al aire libre de los primeros movimientos higienistas. El modelo escolar, compacto, cerrado, sin espacios intermedios y el aula como su unidad esencial, también se ha visto sometido al debate social, debido a los problemas que el aumento de temperatura ambiental derivada del cambio climático ha generado en las aulas, mal diseñadas, mal ventiladas, con serios problemas de eficiencia energética, funcionales y de diseño.

Todos los comienzos de cursos académicos, se producen protestas sociales lideradas por las AMPAS de los colegios públicos por la falta de calidad de las caracolas, que se instalan en los centros educativos para solucionar la falta de espacio. Por tanto, parece que desarrollar un proyecto que diseñe un nuevo modelo de aula prefabricada, que pueda incorporar y tratar de dar solución a éstas problemáticas, de carácter

pedagógico, ambiental, ecológico y sanitario, es de indudable interés y una oportunidad de contribución al conocimiento.

El tema central desarrollado en este Trabajo Fin de Grado consiste en dar a conocer las capacidades proyectuales de la arquitectura prefabricada en el ámbito escolar, ya que actualmente la arquitectura prefabricada cada vez cuenta con más adeptos, por ser una arquitectura más sostenible al no producir tantos residuos, por tener tiempo de ejecución reducido y por ofrecer un mayor control y precisión del proceso constructivo.

La arquitectura prefabricada ha sufrido una gran evolución gracias a la concienciación de una sociedad cada vez más globalizada, que diseña diferentes propuestas de viviendas prefabricadas con unos costes y un tiempo de ejecución reducidos. Sin embargo, si investigamos sobre la arquitectura prefabricada escolar, el número

**AraInfo**  
Diario Libre d'Aragón Fundado en 2013

MOVILES ARAGÓN MOVIMIENTOS

## **El problema de la ventilación de las aulas: "Coronavirus o pulmonía, ¿cuál es tu elección?"**

Mochila, estuche y gorro de lana, estos son los artículos esenciales para ir a clase en tiempos de COVID-19. El sindicato CGT-Enseñanza reitera en que la ausencia de transparencia en los datos, y el desconocimiento de políticas preventivas está llevando a la educación aragonesa a una situación de indefensión.

ARAINFORMACIÓN | 21 NOVIEMBRE 2020, 17:01

AAA



de propuestas se ve drásticamente reducido. Es por ello por lo que el diseño de un nuevo proyecto de aula prefabricada se convierte en un tema de interés para este trabajo. La necesidad de nuevos centros escolares forma parte de una carencia existente y actual en la que se ven afectados diferentes núcleos de población, tanto consolidados como en proceso de consolidación, siendo estos últimos los que presentan una necesidad mayor.

El uso de una arquitectura prefabricada eficaz y sostenible permite resolver unas de las carencias más importantes a las que se enfrentan las distintas administraciones públicas. En una sociedad en continuo cambio, se requieren infraestructuras (en este caso, infraestructuras docentes) que permitan ese grado de flexibilidad y adaptación a las nuevas necesidades de la sociedad, como el aumento o la disminución de la población, la necesidad de nuevos espacios multifuncionales o la creación de nuevos centros

educativos.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1. Generales

El objetivo principal de este TFG es conocer las ventajas que puede aportar el uso de la arquitectura prefabricada en un centro educativo existente, así como realizar una propuesta más eficaz y óptima de un aula, poniendo en crisis las utilizadas actualmente, conocidas como “caracolas”, que no resuelven una carencia social de la mejor forma posible. Por tanto, el objetivo principal del trabajo será el diseño de un prototipo de aula prefabricada para la educación obligatoria, que utilice como sistema de base para la investigación alguna casa comercial existente en la provincia de Sevilla. Este prototipo se proyectará desde la idea de que el espacio del aula es un elemento que forma parte fundamental del proceso de aprendizaje, colaborando en éste

desde distintas ópticas.

### 2.3.2 Específicos

Dado que es una investigación ligada al proyecto arquitectónico, el objetivo general se desarrollará en diferentes sub objetivos vinculados al proceso de proyectos.

- Investigar en la relación interior exterior del espacio del aula. Diseño de espacios intermedios, huecos y envolvente, que permita una mayor integración del niño en el entorno.

- Desarrollo de una escala que se adapte a las diferentes edades del niño. Trabajando con las dimensiones del espacio y con la integración del mobiliario como parte del propio espacio.

- Establecer una relación con la luz que cualifique de forma específica el espacio o espacios del aula.

- Trabajar sobre conceptos como transformabilidad, flexibilidad, en el espacio, para que este sea versátil y se pueda adaptar a diferentes actividades.

- Integrar medidas sostenibles, que permitan al aula ser autónoma y más eficiente desde el punto de vista medioambiental, trabajando desde el diseño en medidas pasivas y haciendo que estas formen también parte del proceso educativo.

- Trabajar con un sistema constructivo preestablecido y mejorar sus cualidades espaciales y constructivas.

Como Objetivos secundarios, derivados del proceso de investigación:

- Conocer las ideologías principales que llevaron al uso del prefabricado en las estructuras que tenían una finalidad docente, así como el avance en la espacialidad del proyecto usando esta forma de construcción.

Conocer y analizar distintas formas de entender el espacio del aula en diferentes sistemas pedagógicos.

- Demostrar que el uso de una arquitectura prefabricada no es solo temporal, sino que puede ser concebida como algo permanente.
- Analizar distintos métodos constructivos prefabricados y, así, hallar un sistema óptimo para el desarrollo de la propuesta.
- Reflejar las distintas facilidades y oportunidades que presenta la arquitectura prefabricada.
- Resolver eficazmente y en un corto espacio de tiempo los cambios provocados por las necesidades sociales a los que la mayoría de las infraestructuras docente actuales no son capaces de hacer frente a corto plazo.

Mejorar, a través de una nueva propuesta, los modelos de prefabricación escolar utilizados en Andalucía llamados “caracolas”.

## 2.4 METODOLOGÍA

Dado el carácter proyectual de esta investigación se procederá a utilizar una metodología vinculada al diseño, para ello se va a poner en práctica el método de diseño de Bruno Munari<sup>2</sup> que se desarrolla en los siguientes pasos. Munari es un reconocido artista y diseñador del siglo XX, que a menudo trabajó elaborando propuestas para niños, cuentos, ilustraciones, mobiliario etc, y que tiene mucha vinculación con algunos de los métodos docentes que interesan en este trabajo, como la pedagogía Montessori.

1. (P) Identificación de un problema (motivación personal, interés y oportunidad). El pro-

---

2 MUNARI, Bruno. ¿Cómo nacen los objetos?: apuntes para una metodología proyectual 1a ed., 14a tirada. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.

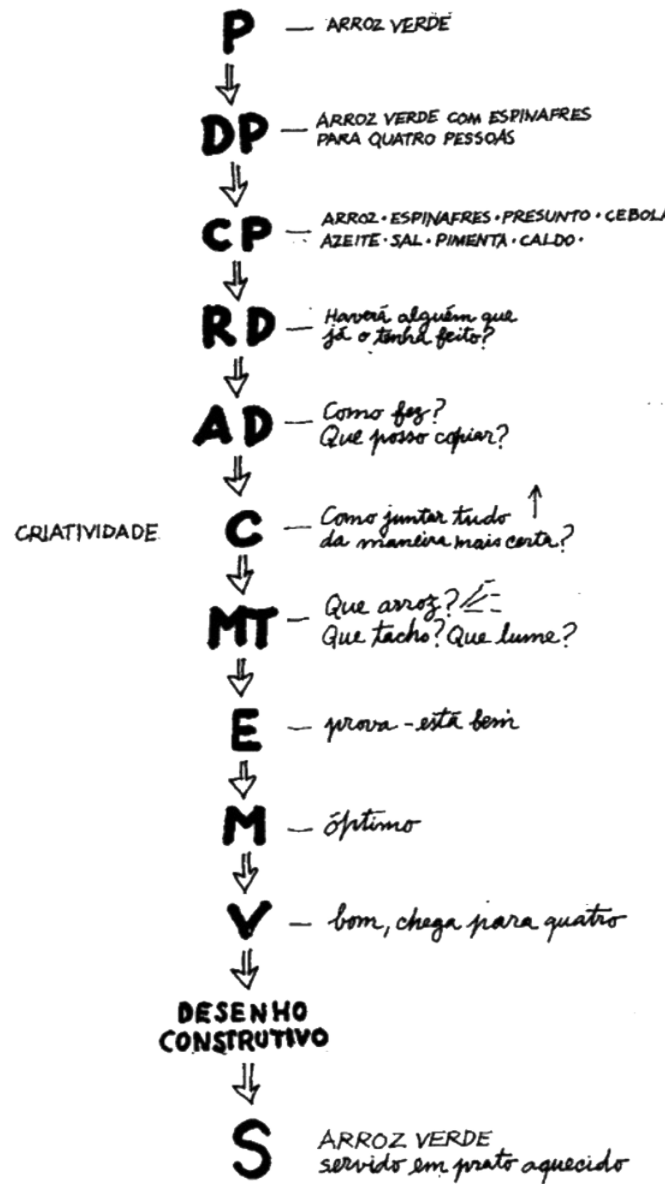


Imagen 2.2. Esquema metodológico de Bruno Munari

Fuente: Munari, Bruno. ¿cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. Barcelona:Gustavo Gill, 1983.p.64

blema se corresponde con la falta flexibilidad de los colegios que se diseñan en Andalucía y que provocan la necesidad de implementarlos con aulas prefabricadas llamadas caracolas. Este modelo de centro educativo muestra serias limitaciones a la hora de adaptarse a las necesidades de la población. Este hecho se ha visto acentuado por la actual crisis sanitaria provocada por la COVID-19 que estamos afrontando.

Asimismo, existe también una crisis en el actual modelo pedagógico implantado por las diferentes administraciones públicas, en la que la relación arquitectura–aprendizaje es meramente funcional, lo que va en contra de la mayoría de las nuevas corrientes pedagógicas. Estas nuevas corrientes pedagógicas defienden una educación basada en la creatividad y no en la enseñanza memorística.

2. (DP) Definición del problema (Alcance y antecedentes). De donde se parte, cómo es un aula desde el punto de vista físico y de diseño para la junta de Andalucía y como son en la actualidad las aulas prefabricadas que se utilizan. Se recogerá un modelo de partida de aula prefabricada de una empresa local y se analizarán sus pros y contras. Se analizan estos dos registros de investigación para establecer un juicio crítico

3. (CP) Componentes del problema (Objetivos). Qué condiciones se le ponen al diseño. Se procede a la identificación los conceptos claves que forman parte de la base y desarrollo de este trabajo. Posteriormente, se han analizado en profundidad dichos conceptos, para entender

cómo funcionan y poder identificar las posibles mejoras o elegir adecuadamente las diferentes opciones de proyecto. En las componentes del problema es donde se acota dicho problema en este caso, se define un aula de infantil y primaria, prefabricada para la región de Andalucía, que desarrolle la patente del grupo Cimpra.

4. (RD) Recopilación de datos/(AD) Análisis de datos (casos de estudio). Para recopilar la información necesaria para iniciar esta investigación, se utilizan distintas fuentes, como libros, revistas, artículos de prensa, monografías, otros trabajos de fin de grado, tesis doctorales, páginas web, documentales e incluso visitas a fábricas especialistas en este tipo de arquitectura.

El desarrollo del TFG se divide en dos grandes partes.

- Análisis del concepto y funcionamiento de aula desde el punto de vista docente. Además, se seleccionarán una serie de casos de estudio. Para la selección de los casos de estudio, se ha llevado a cabo un análisis previo y una recopilación gráfica y escrita, donde se analizarán la espacialidad del aula en relación con pedagogías alternativas cómo Montessori, Froebel, Steiner, Reggio Emilia, Vitra, etc.

• En la segunda parte, se definirán los conceptos constructivos de arquitectura prefabricada y modular para obtener una mejor comprensión y poner en contexto al lector de este trabajo, y se ofrecerán un análisis de su funcionamiento y distintas opciones de interés cruciales para nues-



Imagen 2.3. A Playbarn: Centre for Children and Families in Poppenweiler. VON M.

Fuente: <https://www.detail-online.com/article/a-playbarn-centre-for-children-and-families-in-poppenweiler-31883/>

tra propuesta, a través de modelos de aulas o espacios similares de prefabricación ligera que tengan altos estándares de calidad.

(C) Creatividad (Desarrollo del prototipo) La segunda parte de este trabajo consiste en desarrollar y proyectar todos los conceptos, experiencias y referencias recopiladas en la primera parte y ponerlas en práctica para elaborar una propuesta de aula escolar prefabricada que permita un alto grado de flexibilidad, y sostenibilidad, y que resulte multifuncional de forma permanente o temporal, gracias a su fácil instalación y ejecución a corto plazo en el lugar que sea requerido, desarrollo del prototipo, relación con el entorno, orientación, acceso, espacialidad, escala, programa, estructura, envolventes, iluminación, etc.

(MT) Materiales Tecnología elemento de prefabricación ligera, desarrollo de la planimetría, elección de los materiales. Desarrollo de la sec-

ción constructiva conceptual.

(E) Experimentación, pruebas ensayos.

(M) Modelos, maqueta e información para su construcción.

(V) Verificación. Se verificará con la fábrica su viabilidad técnica y económica.

## 2.5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 2.5.1 Dualidad pedagógica – Espacio actual

Actualmente, existe una necesidad de reflexionar sobre la imposición de un nuevo sistema educativo y sobre cómo deberían ser las escuelas del siglo XXI. Con una sociedad cada vez más globalizada y en plena era digital, el modelo pedagógico que se desarrolla actualmente en España se antoja deficiente. Se requiere un modelo más innovador que fomente la creativi-



Imagen 2.4. El pedagogo Celestine Freinet dando clases.  
 Fuente: <https://medium.com/@mishelljaramillo/c%C3%A9lestin-freinet-un-educador-comunicador-ac7ec3a56bc8>



dad de los estudiantes, para que estos tengan una mayor capacidad adaptativa al futuro, pues este es cada vez más dependiente de las nuevas tecnologías.

La UNESCO<sup>3</sup> fundamenta la acción del aprendizaje en cuatro pilares básicos:

*1. Aprender a conocer, combinando una cultura general suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en un pequeño número de materias. Lo que supone, además: aprender a aprender para poder aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.*

*2. Aprender a hacer, a fin de adquirir no sólo una calificación profesional, más generalmente una competencia que capacite al individuo para hacer frente a gran número de situaciones y a trabajar*

*en equipo*

*3. Aprender a convivir, desarrollando la comprensión del otro y la percepción de las formas de interdependencia (realizar proyectos comunes y prepararse para tratar los conflictos) respetando los valores de pluralismo, comprensión mutua y paz.*

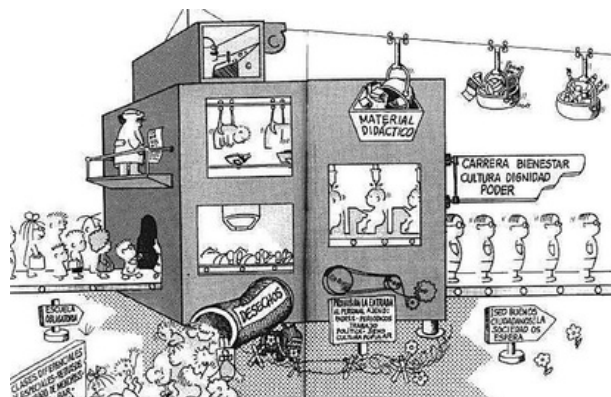
*4. Aprender a ser, desarrollar la propia personalidad y se esté en condiciones de obrar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal. Con tal fin, no menos preciar en la educación ninguna de las posibilidades de cada individuo: memoria, razonamiento, sentido estético, capacidades físicas, aptitudes para comunicar.*

La UNESCO se basa en estos cuatro pilares básicos para marcar unos valores mínimos aplica-

---

<sup>3</sup> UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103.

Imagen 2.5. Analogía entre el sistema educativo y una fábrica de pensamiento. Fuente: L. (s. f.). El sistema educativo como herramienta de control del pensamiento | La peste | contrainfo, saberes & experiencias antiautoritarias. El sistema educativo como herramienta de control del pensamiento. Recuperado 4 de junio de 2021, de <https://lapeste.org/2016/09/el-sistema-educativo-como-herramienta-de-control-del-pensamiento/>



bles al aprendizaje en las escuelas a nivel mundial. Así, estos pilares representan la base de cualquier aprendizaje, ya sea un aprendizaje de conocimientos que abren la puerta a un empleo futuro (matemáticas, lenguaje, etc.) o un aprendizaje de desarrollo como persona (convivencia, respeto, etc.).

La reflexión sobre un cambio pedagógico ha puesto en crisis el sistema educativo tradicional y a su representante hegemónico (la clase magistral y la enseñanza meramente transitiva) mediante la apertura de un debate sobre qué posibilidades y factores hay que tener en cuenta a la hora de pensar cómo se debe aprender y enseñar.

*“...buscar alternativas curriculares, metodológicas o vinculadas a la evaluación resulta impres-*

*cindible para atender de forma adecuada la diversidad del alumnado. Como lo es plantearse cuál ha de ser el rol del profesorado y del alumnado en una educación en pleno siglo XXI.*

*Pero si importante resulta el clima emocional en el aula, también lo es el entorno físico en el que se da el aprendizaje porque afecta a nuestro cerebro. La arquitectura, el diseño y las condiciones físicas de los espacios en los centros escolares son más importantes de lo que creíamos en el proceso de innovación educativa”<sup>4</sup>.*

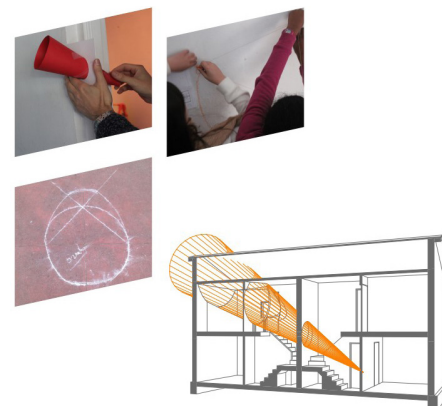
El debate sobre cómo debe ser la composición pedagógica y espacial de un nuevo sistema educativo vive actualmente momentos de auge, especialmente con la crisis sanitaria provocada por la COVID-19 en la que la sociedad se encuentra inmersa. Esta situación influye direc-

4 GUILLÉN, Jesús C. “El tercer profesor: espacios que guían el aprendizaje”, 2017. Recuperado 10 de abril de 2021 <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2017/09/29/el-tercer-profesor-espacios-que-guian-el-aprendizaje/> - visitado



Imagen 2.6. Lupo proyecto colaborativo con el CEIP de Ortigueira. Operaciones de transformación colaborativas del espacio basada en las instalaciones de Matta-Clark: "Cono de la teoría a la práctica"

Fuente: [https://issuu.com/sistemalupo/docs/191108\\_trans\\_formadores\\_web](https://issuu.com/sistemalupo/docs/191108_trans_formadores_web)



tamente en las rutinas didácticas de los niños y, además, demuestra que los centros educativos no tienen las herramientas y los espacios necesarios para ofrecer una educación eficaz, ni para resolver las distintas exigencias de los alumnos<sup>5</sup>. *Los espacios comunican, dicen mucho más que lo que se observa a simple vista, por lo tanto, no deben ser estáticos, deben ir cambiando según las propuestas de los grupos, de sus proyectos, de sus experiencias. El ambiente, como tercer educador, debe facilitar a los niños múltiples posibilidades que les ayude a encontrar diversos caminos por donde marchar, descubrir e inventar. Debe ser un espacio abierto y rico en materiales que permita a los niños desarrollar su capacidad creativa e investigativa. Los pasillos también forman parte de la escuela y*

*también pueden tener elementos que impliquen a los niños y les ayude en su desarrollo. Un espacio bien preparado actúa también como maestro, por tanto, la organización del entorno físico es crucial"*.<sup>6</sup>

La búsqueda de un nuevo método pedagógico adaptado a una nueva educación más creativa tiene uno de sus principales ejemplos en el siglo pasado con el método Montessori, diseñado por María Montessori, educadora y psicóloga, y llevado a cabo por muchos centros educativos actuales. Este método defiende la educación mediante la libertad y la necesidad de adaptarse al entorno. Para ello, se promueve un entorno ordenado, estético y real que, mediante la elección libre de los alumnos, fomenta un un trabajo

5 BERMEJO VIDAURRETA, A. (2019, October 17). Arquitectura y pedagogía. Hacia nuevos paradigmas espaciales para el aprendizaje (Proyecto Final de Máster Oficial). UPC, Facultat d'Informàtica de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/174474>

6 GUILLÉN, Jesús C. op.cit.



Imagen 2.7. Aulas Montessori. Escuela Montessori de Delft. Herman Hertzberger, 1964.

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/doctorcasino/2887449279/in/photos-tream/>

que potencia el desarrollo creativo, individualizado y de concentración. El papel del adulto es meramente de observador y guía.

En el método Montessori, el aula participa activamente en la educación de los niños. Estas aulas se encuentran subdivididas en áreas temáticas donde se exponen los materiales y los recursos necesarios para su desarrollo, además de contar con un mobiliario escalado y adaptado para los niños. Esta composición de aula es ratificada por muchos arquitectos y proyectistas especializados en el diseño de centros educativos, entre ellos el holandés Herman Hertzberger, que, como se indicará posteriormente, no entiende el aula como un único lugar, sino como un conjunto de estancias.

El cambio de un sistema educativo conlleva ne-



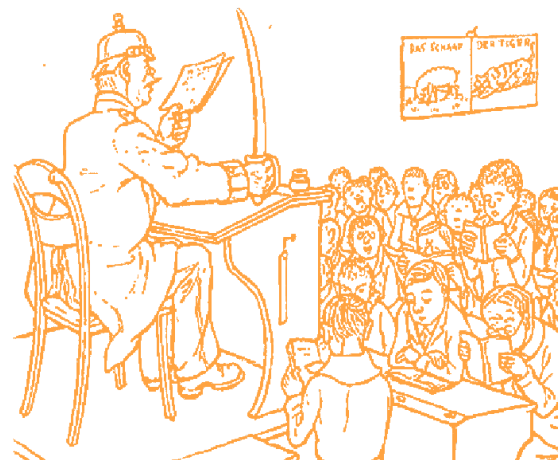
cesariamente un cambio en la forma de entender los espacios docentes, ya que, diseñados y contruidos por las distintas administraciones públicas, solo responden de manera inmediata a las necesidades de la población actual, conservando el modelo docente tradicional. Esta manera arquitectónica de entender los centros escolares supone una gran limitación física para poner a prueba unas técnicas pedagógicas más innovadoras, pues la tipología constructiva se caracteriza por la fragmentación y la rigidez de los espacios, provocando que no se puedan implantar de manera óptima nuevos métodos pedagógicos para un mejor desarrollo de aprendizaje<sup>7</sup>.

La tipología arquitectónica impuesta por las distintas administraciones públicas en el diseño de un centro escolar se caracteriza por tratarse

<sup>7</sup> El método Montessori. (s. f.). FAMM. Recuperado 5 de abril de 2021, de <https://www.fundacionmontessori.org/metodo-montessori.htm>



Imagen 2.8. Caricatura de la educación prusiana. Fuente: Villa, F. V. (2017, agosto). La democracia en escuela un juego de roles. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/figure/>



de una agrupación de aulas de diferentes usos (ya sean talleres, aulas teóricas o laboratorios) situadas a ambos lados de un pasillo. Este pasillo, cuyo uso es meramente circulatorio, escasamente se ilumina y se ventila naturalmente, e impide el aprovechamiento de ese espacio como mecanismo de aprendizaje o de estancia.

Esta distribución ofrece un esquema ordenado, basado en la idea de control desarrolla por Michel Foucault a través del estudio de dos conceptos: «panóptico» y «microfísica del poder». Este autor, en su obra *Vigilar y castigar*, describe que los modelos utilizados en la construcción de prisiones también se emplean en otros tipos de edificios, como escuelas, hospitales y fábricas. Este tipo de diseño se fundamenta en la vigilancia constante de las personas y genera la sensación de estar constantemente observados. Así pues, Foucault afirma que este modelo genera

en estas personas sumisión y disciplina, frente a otras propuestas de la Escuela Activa que favorecen la autonomía, la libertad y la crítica.

*“Un verdadero conjunto de procedimientos para dividir en zonas, controlar, medir, encauzar a los individuos y hacerlos a la vez “dóciles y útiles”. Vigilancia, ejercicios, maniobras, calificaciones, rangos y lugares, clasificaciones, exámenes, registros, una manera de someter los cuerpos, de dominar las multiplicidades humanas y de manipular sus fuerzas, se ha desarrollado en el curso de los siglos clásicos, en los hospitales, en el ejército, las escuelas, los colegios o los talleres: la disciplina. El siglo XIX inventó, sin duda, las libertades; pero les dio un subsuelo profundo y sólido – la sociedad disciplinaria de la que seguimos dependiendo”.<sup>8</sup>*

7 FOUCAULT, M. F. *Vigilar y castigar nacimiento de la prisión* (1.a ed.). Madrid: Siglo XXI Editores, S.A, 2002.



### 3. ANTECEDENTES. PROPUESTA JUNTA DE LA ANDALUCÍA.





Imagen 3.1. Portada: Colegio Alcalá de Guadaira. Gabriel Verd Arquitectos.  
Fuente: [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-159209/colegio-en-alcala-de-guadaira-gabriel-verd-arquitectos/51314ef4b3fc4b0d98001588-school-in-alcala-de-guadaira-gabriel-verd-arquitectos-photo?next\\_project=no](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-159209/colegio-en-alcala-de-guadaira-gabriel-verd-arquitectos/51314ef4b3fc4b0d98001588-school-in-alcala-de-guadaira-gabriel-verd-arquitectos-photo?next_project=no). Fotografía Jesús Granada.

En Andalucía, como en España en general, la forma en la que se proyecta y se ejecuta un nuevo centro educativo responde a unas necesidades de escolarización de carácter urgente y a unos criterios prácticos, higienistas y antropométricos previamente marcados por las distintas administraciones públicas de cada comunidad autónoma, en las que la relación pedagogía arquitectura queda en un segundo plano.

Numerosos arquitectos defienden un concepto de escuela totalmente contrario al que se propone en esta norma, ya que la mayoría de ellos entienden la escuela como una ciudad para los niños en la que la arquitectura forma parte activa en el desarrollo de los estudiantes.

*“la ciudad que funciona es aquella en que sus*



Imagen 3.2. Niños jugando durante la construcción de una escuela. Fuente: <http://hicarquitectura.com/2017/01/herman-hertzberger-delft-montessori-school/>

*residentes duermen, trabajan, se divierten y, sobre todo, van a la escuela. Digo sobre todo porque, mientras que uno puede decidir no visitar un museo, por los pupitres de la escuela debemos pasar todos. Realizar edificios escolares es, antes que un trabajo de construcción, una labor social.”<sup>9</sup>*

Estas normas pretenden definir de manera genérica los criterios básicos de diseño y construcción de los centros educativos en sus distintos niveles de educación, con la intención de asegurar una calidad homogénea en todos ellos, en el que se prime no solo la seguridad, sino también el bajo coste de la ejecución y la utilización de materiales adecuados para asegurar el buen desarrollo de la docencia y cuya vida útil sea elevada.

<sup>8</sup> CONCARI, C. C. (2016, 17 junio). Las escuelas más sostenibles del mundo: Arquitectura para los niños. Floornature. Recuperado 18 de abril de 2021 <https://www.floornature.es/las-escuelas-mas-sostenibles-del-mundo-arquitectura-para-los-ninos-11734/>



Imagen 3.3. Construcción del nuevo colegio de educación primaria en Utrera (Sevilla) con un sistema constructivo tradicional. Fuente: V.T.L.N.D.R. (2020, 12 junio). Continúan a buen ritmo las obras del colegio. <https://www.utreradigital.com/web/2020/06/12/continuan-a-buen-ritmo-las-obras-del-colegio-de-la-mulata-que-podria-estar-operativo-para-el-curso-2021-2022/>

En Andalucía, los criterios de diseño de los centros docentes se encuentran desarrollados en la “Orden de 24 de enero de 2003 de la Consejería de Educación y Ciencia<sup>10</sup>” por la que se aprueban las Normas de diseño y constructivas para los edificios de uso docente.

Un análisis de estos documentos demuestra cómo las administraciones públicas (en este caso, correspondientes con la Junta de Andalucía) intentan imponer un modelo estándar de centro educativo, en el que se busca sobre todo la funcionalidad de los distintos espacios docentes.

Esta normativa muy restrictiva en el diseño, sin embargo, está apoyada por la adjudicación de las obras por concurso público, lo que hace que la calidad de los colegios dependa mucho de la

capacidad de los arquitectos para transgredir y reinterpretar esa normativa tan pobre a nivel espacial. Ejemplo de ello son los proyectos de Gabriel Verd, de Javier Terrados, o Campo Baeza.

### El aula elemento cerrado y unidad docente

La primera de las cuestiones que se quiere destacar de la normativa es el planteamiento del aula como lugar icónico y único donde desarrollar el aprendizaje, distando de las nuevas corrientes pedagógicas, en las que hay una clara apuesta por la disolución de la misma en pro de otros espacios, considerando todo el espacio y por ende a toda la arquitectura como un agente silencioso y pasivo del proceso de aprendizaje.

Este es el primer concepto que se va a cuestionar de la normativa, ya que el proceso educativo no solo se desarrolla en el aula, sino en todo el

10 Acceso a la normativa: [http://www.iseandalucia.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=cda-f7a56-b5c8-4216-adf7-e090a60c660d&groupId=10137](http://www.iseandalucia.es/c/document_library/get_file?uuid=cda-f7a56-b5c8-4216-adf7-e090a60c660d&groupId=10137)



Imagen 3.4. Escuela Pública de Educación Infantil 'La Viña'. Cullar Vega, Granada, 2007-2009, Gabriel Verd Arquitectos. Fuente: <http://gabrielverd.com/es/proyectos>



Imagen 3.6. Escuela Pública de Educación Infantil 'La Viña'. Cullar Vega, Granada, 2007-2009, Gabriel Verd Arquitectos. Fuente: <http://gabrielverd.com/es/proyectos>

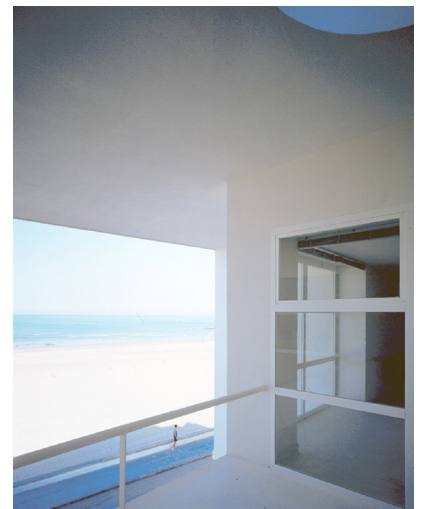


Imagen 3.5. IES Drago, Cádiz, Alberto Campo Baeza, 1992. Fuente: <https://www.campobaeza.com/es/drago-public-school/>

centro educativo. Por ello los distintos espacios del centro deben proponer más funciones que las recogidas en la normativa, que asigna al aula toda la carga de aprendizaje y entiende el resto de espacios, galerías de acceso a las aulas, patios de recreo, porches, etc., como lugares residuales al margen del proceso educativo.

Asimismo, cabe destacar que los centros educativos tienen como característica principal la oscilación del número de alumnado a lo largo del tiempo, por tanto deberían responder con una cierta flexibilidad en su diseño. Sin embargo, las normas de diseño de la Junta de Andalucía promueve métodos constructivos tradicionales, de construcción húmeda, que no facilitan ni la velocidad de ejecución, ni la capacidad de asumir desde el proyecto el crecimiento y decrecimiento de estas infraestructuras.

### Sistema Constructivo

El método constructivo de los centros se antoja arcaico. El sistema constructivo de un centro educativo permanente se fundamenta en el uso del sistema tradicional, caracterizado por un sistema estructural basado en pórticos de hormigón armado. Los cerramientos están formados por fábricas de ladrillo enfoscados. En cuanto a la partición interior, el sistema constructivo predominante en los edificios de nueva construcción es el trasdosado de cartón yeso, mientras que en las cubiertas se apuesta por un sistema de cubierta plana que, según el caso, puede ser o no transitable.

Con una sociedad cada vez más concienciada con el medio ambiente, los edificios públicos deberían ser claros ejemplos de esta nueva preocupación social. Para ello, se debe integrar y apostar por el uso de medidas pasivas para la mejora de la habitabilidad de los espacios, la



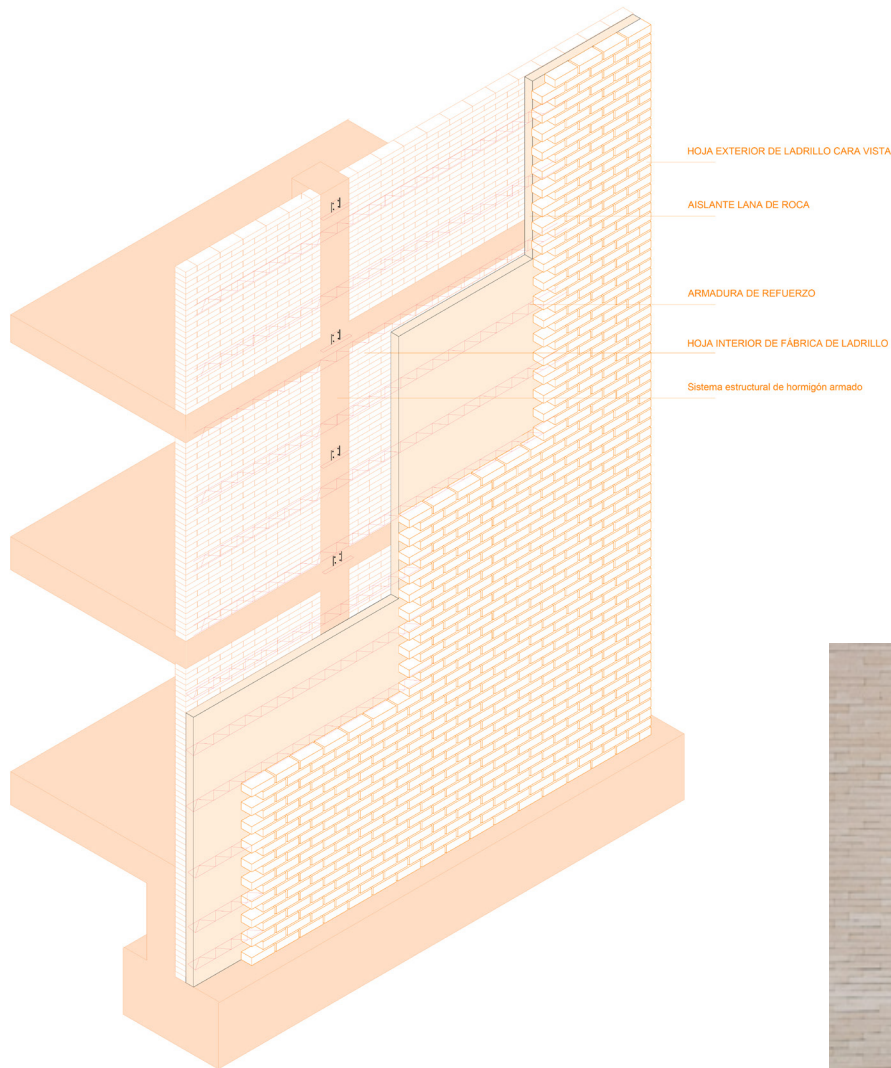


Imagen 3.7. Esquema constructivo de fachada tradicional del colegio de centro de educación infantil y primaria en Utrera (Sevilla). Fuente: Elaboración propia.



Imagen 3.8. Una de las entradas al colegio de centro de educación infantil y primaria en Utrera (Sevilla). Fuente: Elaboración propia.

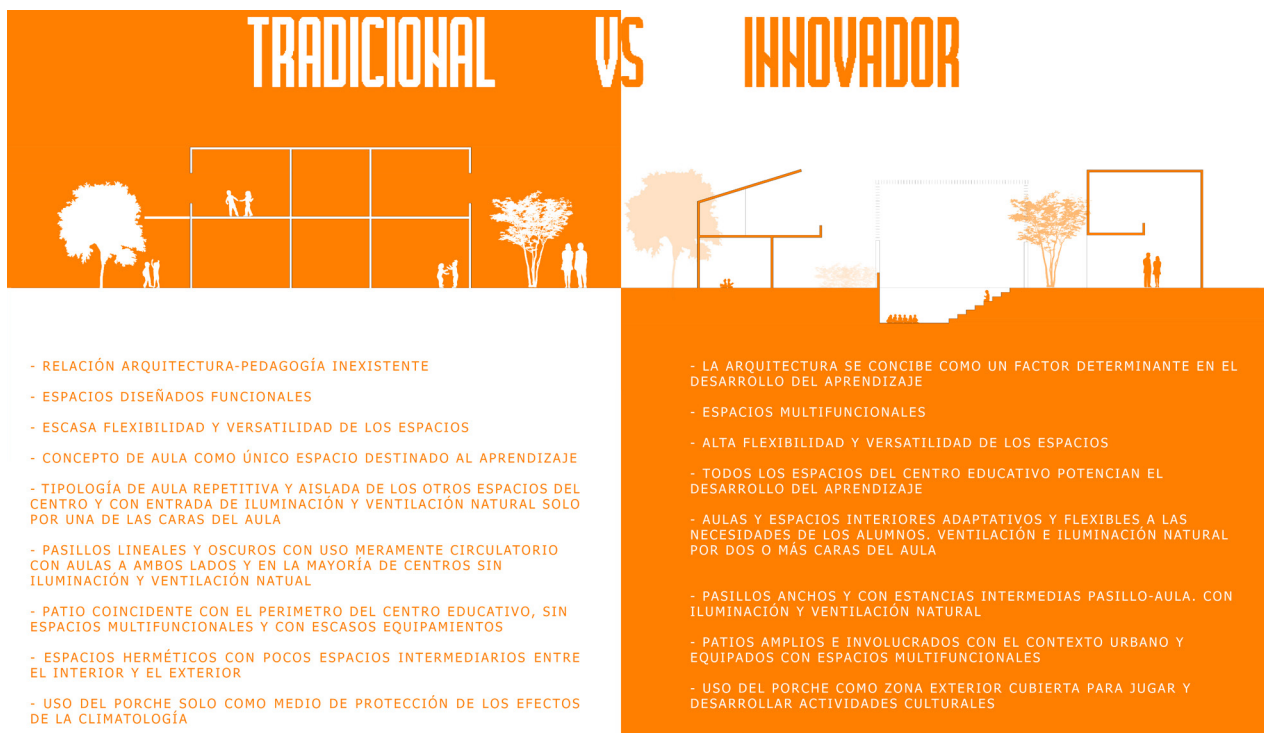


Imagen 3.9.Comparación entre arquitectura docente tradicional e innovadora. Fuente: Elaboración propia.





Imagen 3.10. Aula multifuncional de la escuela infantil María Montessori de La Pinada. Fuente: García Cifre, A. G. C. (2019, 13 septiembre). Sostenibilidad en la Escuela Imagine Montessori, primer colegio con certificación Breeam y Verde. Zeroconsulting. <https://blog.zeroconsulting.com/escuela-montessori-sostenible#materiales>

utilización de materiales sostenibles y el empleo de energías renovables, como el uso de placas solares, sin importar el sobre coste económico inicial en la ejecución, dado que, así, se presentará un ahorro energético y ambiental a lo largo de la vida útil del edificio.

En España podemos encontrar algunos ejemplos de esta apuesta por la sostenibilidad como es el caso de Escuela Imagine Montessori, en el ecobarrio La Pinada (Valencia). Este centro se ha construido con materiales respetuosos con el medio ambiente reduciendo al mínimo los materiales con una gran concentración de carbono.

Apostando por métodos constructivos artesanales como es el uso de bóvedas de ladrillo en vez del hormigón armado para los forjados. Además Todos los cerramientos de fachadas y cubiertas están realizados con uno de los materiales más sostenibles que existe: la madera, cuyo origen es de gestión forestal sostenible. Un árbol

desde su nacimiento absorbe CO<sub>2</sub>, no requiere apenas energía en su manipulación y se puede reciclar al 100%.

El uso de estos materiales y el hecho de incluir fuentes de energías renovables como el uso de placas fotovoltaicas hacen posible un ahorro energético de un 45% frente a otros centros contruidos de manera no sostenible.

### Relación con el contexto

En cuanto a la relación del centro educativo con el contexto urbano, la normativa refleja que el centro educativo debe contar con una buena integración a través de: ser adecuado bioclimáticamente, hacer uso de los materiales constructivos de la zona, composición estética del centro, así como de la normativa vigente en materia de urbanismo. Sin embargo, cuestiones como el control de entrada y salida de usuarios o la compacidad de los edificios, impiden que se es-

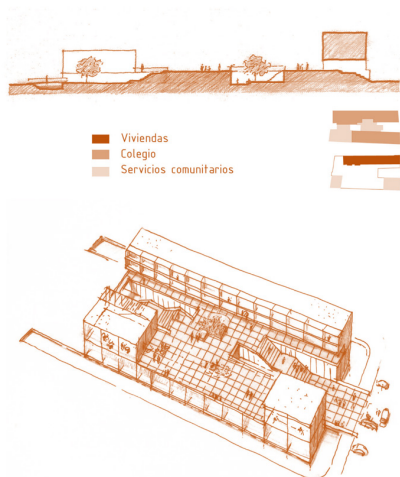


Imagen 3.11. Croquis de sección y volumetría de la escuela extendida Schalkwijk de Haarlem, 2002. Fuente: Mayoral-Campa, Esther, & Pozo-Bernal, Melina (2017). DEL AULA A LA CIUDAD. ARQUETIPOS URBANOS EN LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE HERMAN HERTZBERGER. proyecto, progreso, arquitectura, (17),101-103 .[fecha de Consulta 06 de Abril de 2021]. ISSN: 2171-6897. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517655470008>

tablezcan relaciones más fluidas entre el interior y el exterior de las propuestas.

### Edificio Compacto

Esta cuestión se ve principalmente comprometida por la apuesta que la Junta de Andalucía hace por la compacidad de los centros educativos. Al apostar por una arquitectura especialmente masiva y opaca, no se permite la proyección de espacios intermedios entre el espacio exterior y el interior y, además, se condiciona la vinculación del centro con el tejido urbano que lo rodea. Por lo tanto, este tipo de construcciones no tienen la posibilidad de dotar a la trama urbana de nuevos espacios libres y accesibles.

A esto hay que añadir que los lugares de implantación de dichos centros educativos casi siempre se corresponden con el aprovechamiento de los vacíos urbanos. Así, resulta interesante reflexionar sobre qué ubicaciones son adecuadas



Imagen 3.12. Planimetría y perspectiva de la Escuela Extendida de Waterik de Hertberger. Fuente: Mayoral-Campa, Esther, & Pozo-Bernal, Melina (2017). DEL AULA A LA CIUDAD. ARQUETIPOS URBANOS EN LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE HERMAN HERTZBERGER. proyecto, progreso, arquitectura, (17),101-103 .[fecha de Consulta 06 de Abril de 2021]. ISSN: 2171-6897. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517655470008>

para los centros educativos, y si estos pueden formar parte de los sistemas de espacios libre de su entorno. Un ejemplo de esto son las Escuelas extendidas desarrolladas por Herman Hertzberger en Holanda, como por ejemplo la Escuela Waterrrik o la escuela.

### Volumetría

En relación con el número de plantas, la norma hace distinción entre centros de educación primaria y secundaria y centros de educación infantil. En el caso de los centros de educación primaria y secundaria, el número máximo de plantas asciende a tres; sin embargo, los centros infantiles ven este número reducido a uno. Además, cabe destacar que la normativa impide proyectar bajo la cota de rasante, que puede incorporar nuevos espacios polivalentes a los centros educativos.

Un claro ejemplo de ello es la Escuela Extendida

de Waterrjk proyectada por Herman Hertberger, la cual destaca por la flexibilidad espacial entre las aulas, pasillos y patios, además de remarcar el concepto de aprendizaje doméstico. En este proyecto, las aulas, las galerías y los patios se encuentran bajo rasante, los cuales son ventilados e iluminados naturalmente mediante patios.

Sobre esta planta se proyecta una plaza pública, que nutre de zonas libres al contexto urbano. Asimismo, se diseña una pastilla de viviendas en el mismo solar, que incentiva la relación escuela-vivienda, conceptos fundamentales en la pedagogía Montessori.

### Espacios interiores

Las dimensiones de los espacios interiores de los centros están claramente definidas en la normativa. Las dimensiones y la disposición en planta están proyectadas con el único fin de la funcionalidad de los mismos.



Imagen 3.13. Planta tipo escuela de educación infantil. Fuente: Elaboración propia.



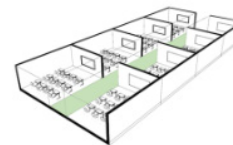
Imagen 3.14. Una de las aulas de un centro de educación infantil público de Andalucía. Fuente: Mira, E. (2019, 23 febrero). Nuevas tecnologías para los centros escolares de Andalucía. El MIRA. <https://www.elmira.es/articulo/andalucia/nuevas-tecnologias-para-los-centros-escolares-de-andalucia/20190223074507152757.html>



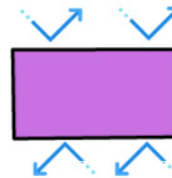
Aislamiento de las aulas respecto al conjunto del centro y composición de las aulas sin grado de flexibilidad.



Circulación mediante recorridos lineales.



Espacios repetitivos.



Independencia del centro respecto al contexto urbano.

Imagen 3.15. Diagrama de características de un centro de educación tipo.  
Fuente: Elaboración propia.

La organización de centros educativos consiste en un esquema lineal en el que un pasillo, normalmente central, comunica el vestíbulo (en el que se desarrolla los núcleos de comunicación verticales) con el resto de las zonas interiores. Alrededor de este pasillo y estos núcleos de comunicación, se distribuyen las baterías de las aulas de diferentes usos (ya sean talleres, aulas teóricas o laboratorios) y, entre ellas, los diferentes departamentos y aseos.

El pasillo y los núcleos de comunicación se entienden como espacios meramente circulatorios necesarios para articular los distintos espacios interiores, por lo que se obvia la posibilidad pedagógica de estos espacios, ya que la dimensiones se encuentran entre 1.5 m y 2 m de ancho. Numerosas corrientes pedagógicas ponen en valor el uso de estas zonas comunes como proceso esencial del aprendizaje, ya que en ellas se llevan a cabo las relaciones sociales entre todos los alumnos del centro, por lo que el

pasillo debe ser interpretado como un aula más.

En definitiva las principales características de los centros educativos propuestos por la normativa se caracterizan por renunciár a esos espacios por una cuestión de escala y de definición de los límites del aula.

La arquitectura de calidad tiene la facilidad de potenciar dichos espacios. Para ello, solamente es necesario diseñar un mobiliario integrado en el espacio, controlar las entradas de luz y conformar un espacio intermedio que supere la dimen-



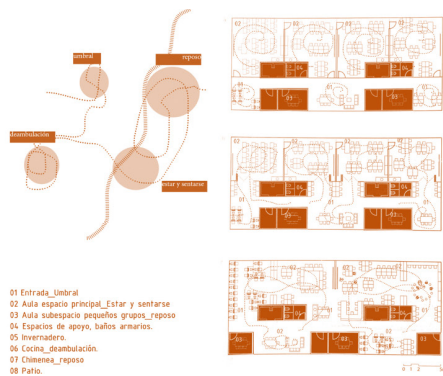


Imagen 3.16. Estudio genérico de planta flexible de escuela. Calle de aprendizaje de la escuela De Vogels en Oegstgeest. Fuente: Mayoral-Campa, Esther, & Pozo-Bernal, Melina (2017). DEL AULA A LA CIUDAD. ARQUETIPOS URBANOS EN LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE HERMAN HERTZBERGER. proyecto, progreso, arquitectura, (17),101-103. [fecha de Consulta 06 de Abril de 2021]. ISSN: 2171-6897. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517655470008>

si3n del pasillo y los dem1s espacios internos. En este sentido, Hertzberger ofrece diversas estrategias para sacar m1s provecho de estos espacios en su obra “Condiciones espaciales para la atenci3n y vistas”<sup>11</sup>. A continuaci3n, se indican algunas de estas estrategias:

-Aprovechar las dimensiones de las galerías que conducen al aula, pues es posible ensancharlas o producir rincones que otorguen un mayor o menor grado de privacidad. Asimismo, tambi3n es posible modificar la circulaci3n de estas galerías y situar en ellas zonas de trabajo.

-Alterar el espesor del muro con el objetivo de proporcionar otras utilidades al espacio.

-Modificar el suelo para crear huecos o islas de actividad.

-Establecer 1reas de diferentes alturas. Las zo-

nas m1s altas pueden funcionar como espacios colectivos, mientras que las zonas m1s bajas pueden ser espacios m1s privados.

-Construir escalones o gradas que puedan considerarse espacios de atracci3n en los que las personas se relacionen entre ellas.

-Utilizar muebles integrados que modelen el espacio, como cocinas en esquina, estanterías de lectura, etc.

-Núcleos de informaci3n situados en espacios abiertos.

-Conocer las línneas de visi3n establecidas para organizar el espacio.

-Controlar la entrada de luz, pues esta fomenta la socializaci3n y las relaciones. Por ejemplo, una lámpara puede establecer una zona distinta

11 HERTZBERGER, Herman. Space and Learning. Rotterdam: 010 Publishers, 2008. pp.83,84





Imagen 3.17. Escuela Kathleen Grimm School for Leadership and Sustainability, Staten Island. Fuente: <https://www.elesapiens.com/blog/arquitectura-y-diseno-para-crear-colegios-increibles/>

de la que la rodea.

-Emplear diversos materiales para definir determinados espacios, de forma que un material se asocie con un uso determinado. Así pues, un escalón de madera puede utilizarse como una mesa.

Este tipo de estrategias afectan tanto a la estructura como al material utilizado y contribuye a convertir el espacio que comunica las aulas en un espacio donde relacionarse y aprender.

### El aula

*“Un aula en la cual el profesor está obligado a mantener siempre en la misma posición y en la que los alumnos ocupan siempre los mismos lugares y donde materiales didácticos y muebles están siempre dispuestos de la misma forma, está condenada a volverse, tarde o temprano,*

*una verdadera prisión, pero la psicología, hoy tan avanzada, enseña que los niños no pueden permanecer atentos cuando son obligados a permanecer a permanecer sentados por mucho tiempo. Las demostraciones prácticas con la participación activa del alumno son de comprensión y asimilación más fáciles y profundas. Este proceso pedagógico exige áreas horizontales, en otras palabras, un espacio libre en el cual se puedan disponer los más variados objetos desde mapas en relieve hasta problemas de geometría....Por consiguiente los asientos deben ser removibles, los muebles reacomodados y las puertas deben ser grandes y dar acceso a salas adyacentes y al aire libre, aumentando el área de la sala cuando sea necesario.”*<sup>12</sup>

Las aulas en el manual de la Junta de Andalucía es una unidad únicamente diferenciada por el tamaño según los cursos académicos. No hay

12 NEUTRA, Richard. 1948. Reproducido por RAMÍREZ POTES, Francisco en “Arquitectura y pedagogía en el desarrollo de

diferencia tipológica entre ellas. Además, cuentan con una estructura de compartimentación demasiado rígida y con un solo punto o dos (en función del número de puertas) de vinculación física con el resto del centro, lo que promueve el aislamiento, e invariabilidad del espacio y el inmovilismo de los alumnos.

En primer lugar, para facilitar la comprensión del aprendizaje que se produce en un aula, es recomendable definir qué es un aula desde el punto de vista pedagógico. Pablo Campos y Fabiola Cuenca, en “Memorias e innovación en los espacios físicos de enseñanza de la educación superior”, definen el aula como “*la célula básica de la actividad formativa, unidad espacial mínima donde se desarrolla con intensidad los fenóme-*

*nos de enseñanza bajo una impronta delimitadora espacio-temporal*”.<sup>13</sup>

Según esta definición, podemos deducir que el aula es un espacio fundamental en el desarrollo del aprendizaje, pero no debe ser el único. Sin embargo, en el sistema educativo y edilicio actual llevado a cabo por las distintas administraciones públicas, el aula es un espacio modular, agrupable y en el que prácticamente se desarrolla el aprendizaje, lo que se diferencia claramente de las corrientes pedagógicas más innovadoras. Aulas cuyos sistemas constructivos no permiten la puesta en marcha de otros sistemas educativos alternativos.

Benjamin Bloom<sup>14</sup>, en la búsqueda de un apren-

---

la arquitectura Moderna”. Revista Educación y Pedagogía. vol. 21, nº 54. Mayo-agosto 2009.

13 CAMPOS-SOTELO, Pablo y CUENCA MÁRQUEZ, Fabiola. “Memoria e innovación en los espacios físicos de la educación superior. La contribución del límite arquitectónico”. Historia y Memoria de la Educación ,3,2016: pp. 279-320.

14 Benjamin Bloom (1913-1999) fue un psicólogo y pedagogo estadounidense que realizó importantes contribuciones en



Imagen 3.18. Esquema sobre la Taxonomía de Bloom.  
Fuente: Elaboración propia

dizaje global, desarrolló en 1956 la llamada Taxonomía de Bloom, en la que se defienden seis niveles de aprendizaje divididos en dos órdenes. La orden superior (4, 5 y 6) se compone de “analizar”, “evaluar” y “crear”, mientras que la orden inferior (1, 2 y 3) la forman los verbos “recordar”, “comprender” y “aplicar”. A su vez, a cada verbo de la pirámide se le asigna una serie de acciones determinantes en los procesos educativos. Estas órdenes se deben tener en cuenta a la hora de establecer los objetivos educativos y en el diseño de la programación docente.

El aprendizaje no solo se basa en la relación profesor-alumno, sino que el factor físico externo en el que se desarrolla el aprendizaje también es



Imagen 3.19. Escuela Vitra Telefonplan. Estocolmo. Fuente: <https://www.elesapiens.com/blog/arquitectura-y-diseno-para-crear-colegios-increibles/>

determinante. Por ello, el espacio de aprendizaje del aula ha de tener en cuenta la diversidad de situaciones, interacciones y acciones que derivan de la Taxonomía de Bloom, así como la máxima “no todos aprendemos de la misma manera”. El espacio debe ser flexible y favorecer el aprendizaje individual y colectivo, además de facilitar el recurso de las TIC como una herramienta de aprendizaje más.

La norma establece que la agrupación de las aulas debe llevarse a cabo según el ciclo de edad y la materia que se va a desarrollar, aunque este factor contradice la mayoría de las corrientes pedagógicas más innovadoras. El aula Montessori reúne alumnos de cuatro edades distintas: menores de 3 años, de 3 a 6 años, de 6 a 9 años

---

el campo del aprendizaje para el dominio y en la taxonomía de objetivos de la educación. Su obra ha influido en múltiples campos pedagógicos en la segunda mitad del siglo XXI, además de permitir comprender con más claridad el desarrollo cognitivo infantil. Fuente: Rubio, N. M., & Montagud Rubio, N. (2021, 13 mayo). Benjamin Bloom: biografía de este psicólogo e investigador. Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/biografias/benjamin-bloom>

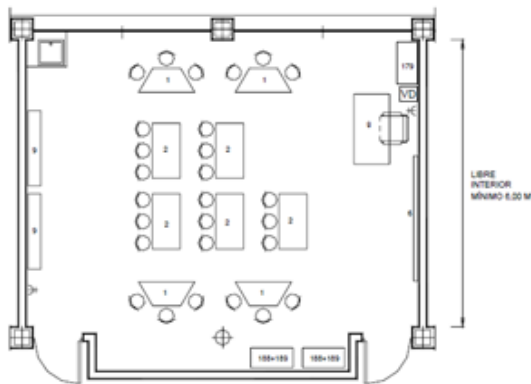


Imagen 3.20. Aula tipo para niños de 3 a 6 años. Superficie: 50 m2. Fuente: Normas De Diseño y Constructivas para los Edificios De Uso Docente

y de 9 a 13 años. De esta forma, se favorece la cooperación espontánea, el deseo de aprender, el respeto mutuo y la incorporación profunda de conocimientos a través del ejercicio de enseñarle a otros.

La normativa estipula textualmente cómo son las aulas, tanto en cuanto a sus dimensiones mínimas como en el control de las entradas de luz. El aula, en cuanto al dimensionamiento propuesto por las administraciones, debe tener una longitud igual o superior a 6 m libres en el lado menor. En caso de que la distancia entre el paramento de iluminación natural y su opuesto sea superior a 7.2 m, se dispondrán montantes acristalados para mejorar la iluminación natural. La disposición de la pizarra permitirá la entrada de luz natural por la izquierda de los alumnos. .

Hasta hoy, se han llevado a cabo diversos estudios en torno a la configuración del aula con el objetivo de ofrecer a los niños un entorno ade-

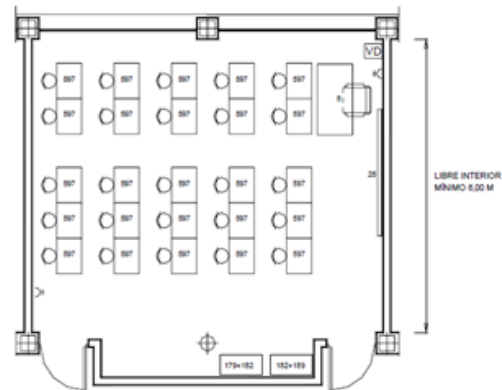


Imagen 3.21. Aula tipo para niños de primaria. Superficie: 45 m2. Fuente: Normas De Diseño y Constructivas para los Edificios De Uso Docente

cuado para el aprendizaje que, además, ofrezca otras condiciones en lo que a funcionalidad se refiere, pues, de esta forma, es posible aplicar distintos métodos de enseñanza. En este sentido, incluso se ha estudiado sobre la necesidad de las aulas, dado el uso de las nuevas tecnologías en la actualidad. Esto conduce a pensar que es necesario reflexionar sobre el concepto actual de aula, concebido como una habitación cerrada iluminada por uno de sus lados, puesto que es posible incorporar la relación de las aulas con las zonas comunes y el exterior del centro educativo. De hecho, los métodos pedagógicos actuales se inclinan por convertir las aulas en corredores y espacios exteriores en los que se aprende en diferentes espacios.

En el caso de las aulas destinadas a la educación infantil, cada aula deberá estar dotada de un aseo, el cual contará con 2 inodoros de tamaño infantil y 2 lavabos. En primer ciclo, los aseos se dispondrán con acceso directo desde el aula.



Imagen 3.22. Colegio Saunalahti, Finlandia.  
Fuente: [https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-07-10/es-el-mejor-colegio-del-mundo-es-finlandes-y-tiene-tres-cosas-que-los-demas-no-tienen\\_897921/](https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-07-10/es-el-mejor-colegio-del-mundo-es-finlandes-y-tiene-tres-cosas-que-los-demas-no-tienen_897921/)

Además, contarán en cada núcleo sanitario con una bañera de 1 x 0.60 m, con acceso a agua caliente sanitaria. Todas las aulas infantiles dispondrán de una piletta con encimera y toma de agua a la altura de los niños. El suelo y las paredes adyacentes en esa zona tendrán protección contra el agua.

Sería conveniente, en muchos casos, que estos aseos fuesen accesibles desde las distintas zonas de juegos exteriores, ya que se equiparían bastante mejor a estas zonas.

Como se puede observar en los planos, la orden de la Junta de Andalucía apenas presenta una variación física en la forma de entender el espacio del aula y de las distintas tareas desarrolladas entre el aprendizaje de alumnos de educación infantil (entre 3 y 6 años) y los alumnos de educación primaria (entre 7 y 12 años). Las variantes que se pueden observar es el cambio del mobiliario y una cierta reducción de las di-

mensiones del aula, y la aparición de algunos elementos de instalaciones, cómo una pequeña pileta en las aulas de infantil.

### Comedor y gimnasio como equipamiento de la ciudad:

En lo que respecta al comedor y al gimnasio, estos espacios se consideran espacios que pueden cumplir distintas funciones no solo en el colegio sino también en el barrio donde se encuentran. En este sentido, pueden utilizarse como porche en épocas calurosas o incluso como un espacio de relación entre los vecinos en horario no escolar. Así, es necesario tener en cuenta el potencial de estos espacios escolares que pueden ser beneficiosos no solo para los alumnos sino también para la comunidad.

### Zonas Exteriores

La normativa es bastante pobre a la hora de cualificar los distintos espacios exteriores en los





Imagen 3.23. Protestas en el colegio Arias Montano en Sevilla, durante la ola de calor de 2017. Fuente: [https://elpais.com/politica/2017/06/15/actualidad/1497517183\\_012291.html](https://elpais.com/politica/2017/06/15/actualidad/1497517183_012291.html)

centros de educación primaria y secundaria. En el caso de los centros donde se desarrolla la docencia de infantil, la norma indica una cualificación de los espacios destinados a zonas de juegos para los niños, las cuales deben estar separadas de las zonas exteriores del alumnado de ciclo superior.

El diseño del patio parte normalmente de la delimitación del lugar, como refleja Gonzalo Díaz y Recasens: *“Es la delimitación primera de un recinto, aquella actuación de cercar un lugar, acotar y apropiarse de él, uno de los medios más ancestrales desde donde podemos entender el patio.*

*El tiempo de recreo es, además de un tiempo de necesaria oxigenación para los niños, un espacio educativo de primer orden, porque, primero, allí los niños desarrollan su autonomía personal*



Imagen 3.24. El patio del CEIP Profesor Juan Carlos Aragón Cádiz. Fuente: [https://www.lavozdigital.es/cadiz/provincia/lvdi-colegios-gaditanos-preparan-vuelta-clase-nuevos-horarios-entrada-y-obras-para-dividir-patios-202007250912\\_noticia.html](https://www.lavozdigital.es/cadiz/provincia/lvdi-colegios-gaditanos-preparan-vuelta-clase-nuevos-horarios-entrada-y-obras-para-dividir-patios-202007250912_noticia.html)

*y ponen en práctica su capacidad de iniciativa y, en segundo lugar, porque conviven con chavales de diferentes edades. El patio, en definitiva, debería ser, como la biblioteca del colegio o el laboratorio, un espacio donde el alumno también aprenda, en este caso a través del juego, que también es una herramienta formativa.”<sup>15</sup>*

El patio es la única zona diseñada fundamentalmente para el juego y el recreo de los niños, es decir, para el contacto con el exterior. Los alumnos se relacionan con otras personas y aprenden a compartir y a convivir con otros compañeros en un mismo espacio. Así, como se ha defendido en este análisis, todos los espacios que conforman un centro educativo, incluidos su diseño, su distribución y el empleo de unos materiales determinados, condiciona su uso y, del mismo modo, condiciona las relaciones sociales y la convivencia entre sus usuarios.

<sup>15</sup> DÍAZ RECASÉNS, Gonzalo. Recurrencia y herencia del patio en el movimiento moderno Sevilla: Universidad de Sevilla



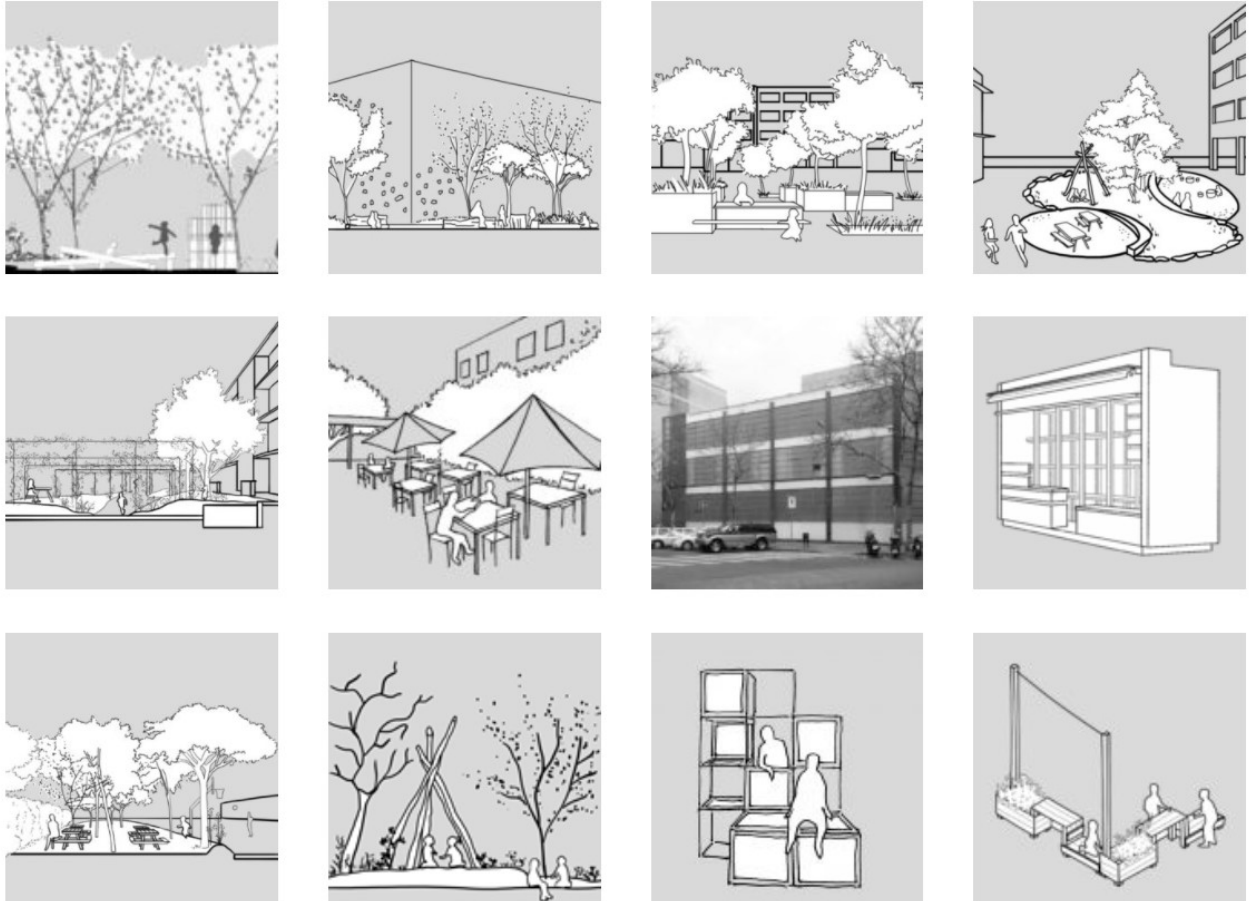


Imagen 3.25. Proyectos del Globus Vermell. Fuente: <https://elglobusvermell.org>

Pero en “Las normas de diseño de la Junta de Andalucía”, este espacio suele abordarse como un espacio residual, sin cualificación espacial. Con la única definición del pavimento de las pistas deportivas, una zona de huertos en las escuelas primarias y un elemento de porche cuantificado superficialmente y que en muchos casos se proyecta como elemento aislado independiente del espacio de recreo. La normativa propone como principal funcionalidad del porche la protección contra las condiciones climáticas, siendo este espacio un candidato perfecto para plantear posibles espacios polivalentes intermedios entre la zona exterior e interior del centro, además puede tener una función más activa en el proceso del aprendizaje.

El patio de recreo insuficiente y colonizado por las zonas deportivas no da lugar a que haya diferentes ambientes, ni a una relación estrecha

con el aula, la sorpresa, la aventura y la imaginación están desterradas de estos lugares esenciales para el aprendizaje de los niños.

La vegetación hasta la ola de calor del año 2017, también ha estado tradicionalmente desterrada de estos espacios. Se ha evitado la plantación de árboles y vegetación, por exigir un mantenimiento, lo que ha generado espacios de recreo dominados por las superficies de hormigón. Esto ha sido el detonante para la aparición de numerosos estudios de arquitectura y plataformas ciudadanas en toda la península y otras latitudes que reclaman la renaturalización de los patios. Fundaciones como Patio vivo en Chile, el Globo Vermell en Barcelona o cuarto Creciente en Sevilla, vienen trabajando en colaboración con las comunidades escolares en la transformación de los espacios de recreo en paisajes de aprendizaje.



Imagen 3.26. Proyectos de patios en colegios chilenos, Fundación Patio Vivo. Fuente: <https://patiovivo.cl/proyectos/>

Imagen 3.27. Niños jugando en los límites del centro educativo Montessori de Delft. Fuente: Hertzberger, H. (2021, 24 mayo). Montessori School, Delft, 1960–1981. Arquitectura Viva. <https://arquitecturaviva.com/articulos/escuela-montessori-delft-1960-1981>



### *Aulas temporales*

En Andalucía, al igual que en otras comunidades autónomas, el uso de la prefabricación en el ámbito docente se mantiene con carácter urgente, se conciben como una edificación provisional llamadas “caracolas”. Estas edificaciones de emergencia suelen tener un carácter temporal en planificación, pero acaban prolongando su funcionamiento en el tiempo y se consolidan como espacios docentes estables. La composición y funcionalidad de estas aulas no distan mucho de las aulas consolidadas en los edificios permanentes, en cuanto a propuesta espacial, lo que empeora el desarrollo educativo del alumnado, ya que no se hace un esfuerzo por nutrir esas nuevas aulas de un espacio más flexible o multifuncional y, además, en la mayoría de los casos, las condiciones de confort son insuficientes.

Estas aulas, por su situación como elementos

autónomos, suelen tener una relación más directa entre el espacio interior del aula y el exterior del lugar donde se implantan, esto puede ser una oportunidad para establecer diferentes relaciones entre interior y exterior, desarrollando una prolongación del aula en el patio de recreo.

Un claro ejemplo son las “caracolas” a las que se ha recurrido en el CEIP Al-Ándalus, situado en Utrera (Sevilla). La necesidad de incorporar nuevas aulas infantiles, llevó a la administración públicas a tomar la decisión de instalar, de manera temporal, un conjunto de cuatro aulas prefabricadas unidas por una cubierta metálica que ofrece un espacio de sombra.

Los módulos de aulas prefabricadas suelen ocupar algunos espacios residuales de recreo o algún solar vacío cercano al colegio, para acoger el programa educacional provisional. El lugar de implantación de estas aulas, conformadas por dos módulos prefabricados simétricos y



Imagen 3.28. Colegio de educación infantil temporal “Caracolas” en Utrera (Sevilla). Fuente: Flores, A. (2014, 25 marzo). Diputación asumirá el proyecto de construcción del nuevo colegio de Utrera. ABC sevilla. <https://sevilla.abc.es/provincia-utrra/20140325/sevi-diputacion-asumira-proyecto-construccion-201403251347.html>



coincidentes de forma longitudinal por su arista más larga, se encuentra en pleno vacío urbano, relativamente cercano al colegio de origen.

Este centro de educación infantil temporal está compuesto por un total de ocho aulas prefabricadas en agrupaciones de dos aulas, de las cuales cuatro son destinadas a niños entre dos y tres años, siendo las otras cuatro destinadas a niños de cuatro y cinco años.

Como se puede observar en la Imagen 00, las agrupaciones de dos aulas se encuentran en torno a un patio central. El acceso a estas aulas se realiza directamente desde el exterior mediante el uso de unas escaleras y unas rampas que garanticen la accesibilidad de las personas de movilidad reducida.

La topografía del lugar ha sido eliminada y sustituida por un relleno y una solera de hormigón para tener una superficie plana y sin pendientes

excesivas.

En este caso, el soleamiento no se ha tenido en cuenta a la hora de colocar las aulas, ya que tienen la misma materialidad y porcentajes de huecos en todas las orientaciones.

El espacio del patio se desarrolla por todo el solar ocupado, acotado por los límites del emplazamiento y a un solo nivel. Este patio carece de elementos diferenciales y multifuncionales, a excepción de una zona cubierta y una zona acolchada para juegos en la zona trasera y cuatro pequeños jardines con escasa vegetación. En cuanto al patio perimetral, este carece de uso por sus dimensiones, lo que lo convierte en un espacio residual.

Además, se proyecta un elemento de porche, que se encuentra exento respecto a la edificación. Este elemento está compuesto por cuatro cubiertas (tres metálicas y una textil) con apoyos



Imagen 3.29. Ortofoto con los dos proyectos relacionados "Caracolas" y CEIP Al-Ándalus en Utrera (Sevilla). Fuente: Elaboración propia.

metálicos de perfil cuadrado. Para evitar que los niños se golpeen accidentalmente contra estos perfiles, se han recubierto de un material esponjoso.

La funcionalidad de este porche queda en entredicho por diferentes razones. La primera es una reducida superficie de protección, lo que no permite a los niños tener una zona amplia y cubierta. En segundo lugar, al estar exento respecto a la edificación, el porche tiene abierto sus cuatro lados, por lo que es menos eficaz contra efectos climatológicos como el aire o la lluvia.

Al igual que en los centros educativos tradicionales de la Junta de Andalucía, los límites están muy marcados; de esta forma, se aísla el centro del contexto urbano. Tanto es así, que no se ha tenido en cuenta la relación con uno de los parques públicos más grandes del núcleo urbano que se encuentra en las inmediaciones del centro. Estos límites están compuestos por

un muro de hormigón de unos 0,90 metros de altura, coronado por una valla metálica de 1.20 metros de altura y tapado por una lona.

La espacialidad de las aulas es rectangular, homogénea, rígida y poco versátil, además de tener una altura libre de 2.30 m. En algunos casos, debido a la orientación de los huecos, carecen de entrada directa de luz natural. Las aulas albergan en su interior un baño ventilado mediante una pequeña ventana y compuesto por dos inodoros, dos lavabos y una ducha adaptada al tamaño de los niños.

En el ámbito constructivo el aula se proyecta con un sistema prefabricado metálico de construcción en seco, exceptuando la cimentación. En este caso, esta se desarrolla mediante un murete de ladrillo perforado de dos hojas, en el cual se apoyan los módulos autoportantes.

Como veremos más adelante, este tipo de mó-



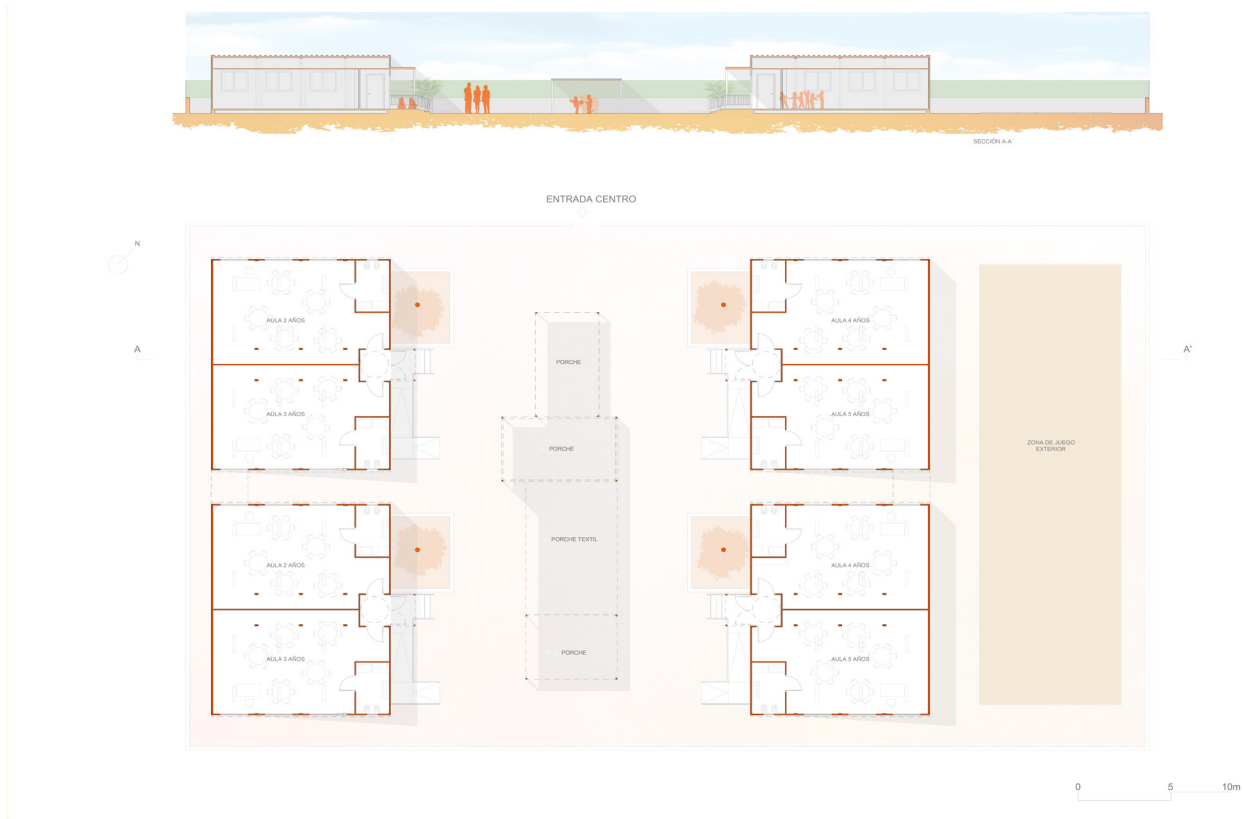


Imagen 3.30. Planimetría del colegio de educación infantil temporal "Caracolas" en Utrera (Sevilla). Fuente: Elaboración propia.



Imagen 3.31. Fotografía porche del colegio de educación infantil temporal "Caracolas" Utrera (Sevilla), abril, 2021Fuente: Elaboración propia.



Imagen 3.32. Instalación de los módulos prefabricados del centro "Caracolas" en Utrera (Sevilla). Fuente: Flores, A. (2014, 25 marzo). Diputación asumirá el proyecto de construcción del nuevo colegio de Utrera (Sevilla). ABC sevilla. <https://sevilla.abc.es/provincia-utrer/20140325/sevi-diputacion-asumira-proyecto-construccion-201403251347.html>

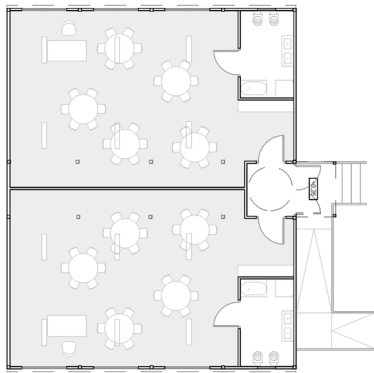


Imagen 3.33. Planimetría de aula tipo colegio de educación infantil temporal "Caracolas" en Utrera (Sevilla). Fuente: Elaboración propia.

dulo autoportante metálico se caracteriza por su forma de prisma rectangular. La estructura vertical coincide con el cerramiento, que suele ser un panel sándwich autoportante, por lo que los pilares metálicos esquineros de 3 mm de espesor se utilizan como rigirizadores de la estructura, además de contener en su interior los bajantes de aguas pluviales. En este centro, es necesario reforzar dicha estructura vertical mediante pilares autoportantes, ya que el panel sándwich desaparece en la unión entre módulos para crear un espacio homogéneo. En el cuanto a la estructura horizontal superior e inferior, ambas se componen de largueros UPN-140 y travesaños de 80x80 mm de 5 mm de espesor. En el caso de la estructura horizontal inferior, su cara exterior se encuentra recubierta por una chapa metálica grecada de 0.75 mm de espesor. Toda la estructura se encuentra ensamblada mediante soldadura electroestática. En el caso de las divisiones interiores, se opta por trasdosados de cartón yeso.



Imagen 3.34. Fotografías del aula y aseo tipo, abril, 2021.

En cuanto a los acabados y la materialidad son homogéneos. Predomina el panel sándwich visto principalmente tanto en el interior como en el exterior, utilizándose tanto en cubierta como en los cerramientos verticales. En el caso de la cubierta, se opta por la instalación de una cubierta inclinada a dos aguas, la cual se desarrolla sobre las dos aulas careciendo de canalones para la recogida del agua.

En cuanto al interior de las aulas, las paredes no cuentan con revestimiento, por lo que se observa la textura del panel sándwich que no enriquece la espacialidad desde el punto estético, tampoco tienen una buena eficiencia energética. El aislamiento térmico de las aulas es escaso, ya que el espesor del panel sándwich es de 40 mm. Además, estas aulas no cuentan con aislamiento acústico.

En el techo y en los elementos divisores, se utilizan trasdosados y falso techo de cartón yeso.

ESQUEMA CONSTRUCTIVO DEL AULA PREFABRICADA

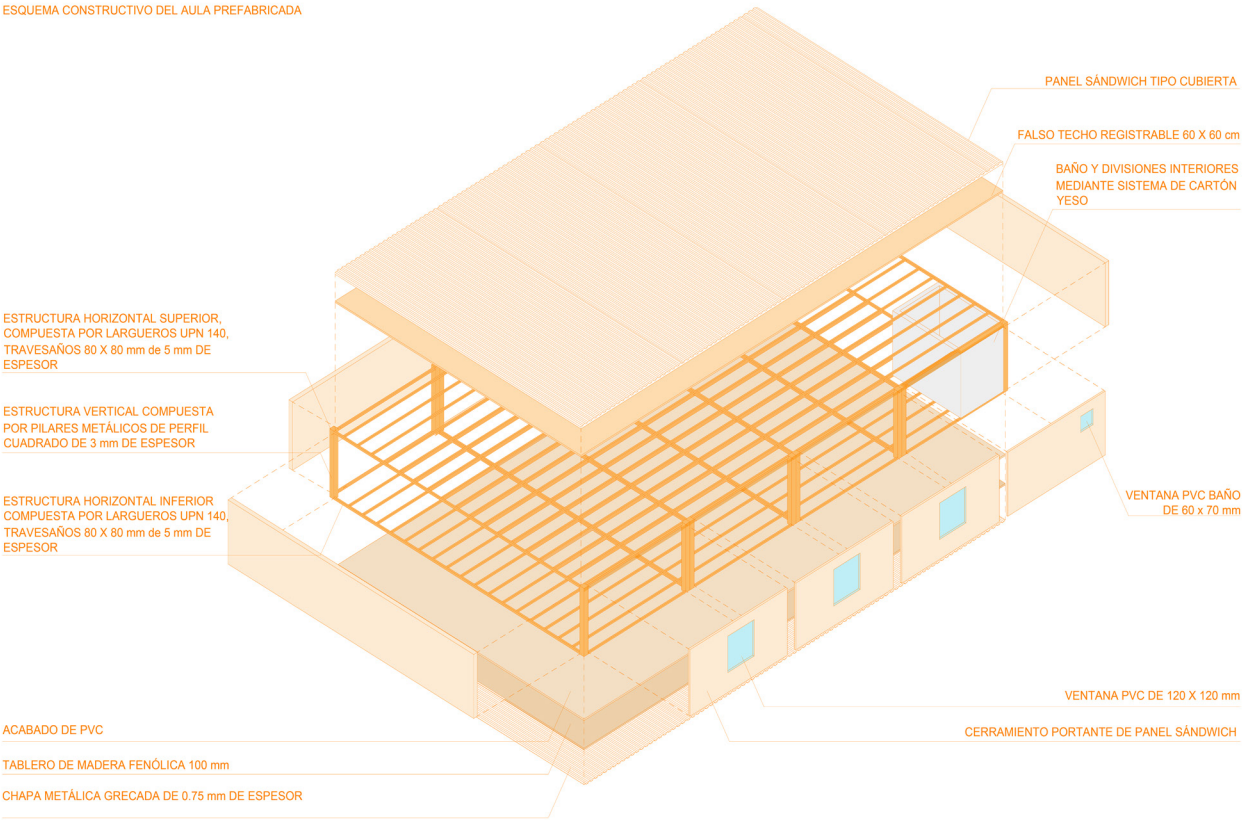


Imagen 3.35. Esquema constructivo de las aulas del colegio de educación infantil temporal “Caracolas” en Utrera (Sevilla). Fuente: Elaboración propia.

Todas las carpinterías son de PVC, así como el pavimentado de las aulas, el cual se coloca sobre tableros de madera fenólica.

Dado que las aulas cuentan con un baño, resulta necesaria la instalación de fontanería y agua caliente sanitaria. La red de fontanería se encuentra visible en todo momento. Para la producción de agua caliente sanitaria, se utiliza termos eléctricos.

En lo referente a la climatización, cada aula cuenta con dos SPLIT independientes que se encuentran colgados en la fachada, por lo que la climatización no es homogénea. Además, no cuenta con aislamiento acústico del compresor, lo que provoca que este se escuche dentro del aula.

En el caso del saneamiento, se instala una arqueta sinfónica en el baño que, cada cierto tiempo, es evacuada por una empresa especializada. Las luminarias elegidas en toda el aula son flexos que, aunque se utilicen en las aulas tradicionales, no son las más adecuadas para fomentar el aprendizaje.

Estas aulas carecen de instalaciones de telecomunicaciones, por lo que el uso de elementos informáticos es muy limitado.

En este recorrido por el contexto normativo y las características de las aulas de emergencia de la Junta de Andalucía, se ha visto como hay un interés, sobre todo focalizado en la resolución del reto funcional que representa la arquitectura

de emergencia para la docencia. Pero a menudo olvidan las enormes posibilidades que esta arquitectura puede tener, como instrumento pedagógico, ofreciendo espacios, confortables, creativos, integradores y eficientes desde el punto de vista ecológico.



Imagen 3.36. Colegio prefabricado "Mi jardín Montessori". Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa/5ee2656eb-357655b9e00025c-mmng-nil-my-montessori-garden-preschool-hgaa-photo>







Imagen 4.1. Portada: Profesor impartiendo su clase en un espacio libre natural. Fuente: Elaboración propia a partir de la imagen de Pons, M. (2018, 8 mayo). Se inaugura la Escuela del Bosc, la primera escuela al aire libre. ElNacional.cat. [https://www.elnacional.cat/es/efemerides/marc-pons-escola-bosc-escuela-aire-libre\\_265797\\_102.html](https://www.elnacional.cat/es/efemerides/marc-pons-escola-bosc-escuela-aire-libre_265797_102.html).



#### 4. EL AULA COMO ESPACIO DIVERSO DE APRENDIZAJE

## ENSEÑANZA ACTIVA

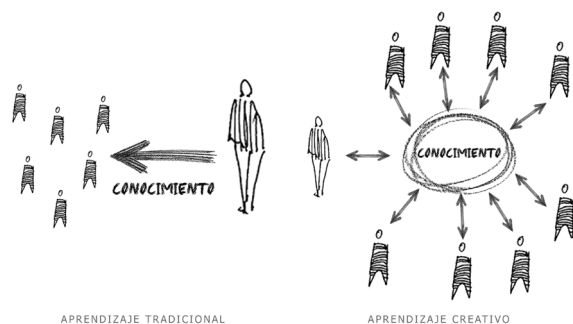


Imagen 4.2. Diagrama comparativo entre aprendizaje tradicional y aprendizaje creativo. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con su etimología, el término “aula” proviene del latín “aula”, que, a su vez procede del griego, cuyo significado hacía referencia a los patios cercados donde se llevaban a cabo diferentes tipos de ceremonias. Actualmente, de acuerdo con la RAE, el término “aula” se define como “sala donde se dan las clases en los centros docentes”. Para el sistema pedagógico actual, el aula es el principal espacio donde se desarrolla el proceso del aprendizaje.

En la enseñanza tradicional en este proceso intervienen principalmente dos agentes el profesor y el alumnado. El profesor se erige como el actor principal del proceso educativo, mientras que el alumnado ocupa un papel secundario, pues en la mayoría de los casos, tienen un rol de simples receptores de información. Este tipo de enseñanza, que ha sido la predominante hasta nuestros días se aleja mucho de las necesida-

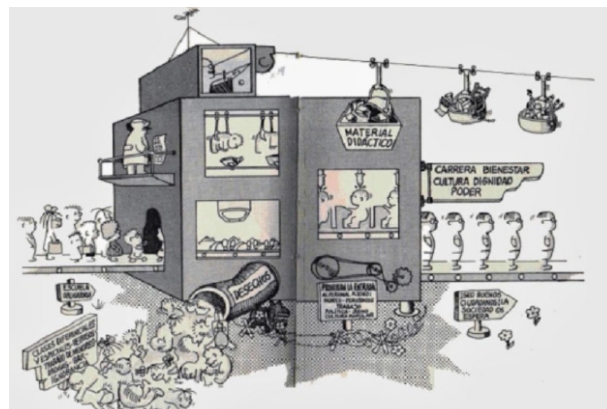


Imagen 4.3. Caricatura en la que se compara a la escuela con una fábrica de personas con pensamientos similares y cerrados. Fuente: <https://www.respetoeduca.es/la-fabrica/>

des de una sociedad cada vez más globalizada y consciente del entorno que la rodea, en la que la “Edad de la Información” se ve sustituida por la “Edad de la Creatividad”. En la actualidad, el acceso a la información es relativamente fácil, por lo que numerosos pedagogos, psicólogos e incluso arquitectos insisten en la necesidad de implantación de una corriente pedagógica más innovadora centrada en la creatividad de los niños. Para ello, se debe adoptar la idea de que el lugar adecuado para el desarrollo del aprendizaje va más allá del espacio del aula, “*cualquier lugar intra-extra muros del centro en el que la concurrencia de profesores, profesoras, alumnas y alumnos lleve al encuentro de un dato, de una experiencia, de una observación o una práctica*”<sup>16</sup>.

Alfredo Hernando, psicólogo e investigador, definió durante su ponencia ante el II Congreso

16 BLÁZQUEZ ENTONADO, Florentino. “El espacio y el tiempo en los centros educativos”. Organización escolar: una pers-







De izquierda a derecha, Imagen 4.4. Un profesor imparte una clase a los alumnos del colegio Félix Rodríguez de la Fuente (Cartagena), en el marco de la iniciativa 'Aire Limpio' en la Playa de los Nietos, durante la pandemia de coronavirus (COVID-19). Fuente: Castellanos, S. N. D. (2021, 12 abril). En Murcia, los niños cambian las aulas por clases en la playa. U.S. <https://www.reuters.com/article/salud-coronavirus-espana-escuela-en-la-p-idES-KBN2BZ14C>.

Imagen 4.5. Niños plantando flores y verduras en un huerto artesanal de la Ecoescuela CEIP Andalucía en Posadas (Córdoba). Fuente: Cooperación, A. (2017, 19 junio). Huerto Escolar - Ecoescuela CEIP Andalucía. Osala. <https://www.osala-agroecologia.org/experiencia/huerto-escolar-ecoescuela-ceip-andalucia/>.

Imagen 4.6. Jardín exterior Escuela Pública de Educación Infantil 'La Viña'. Cullar Vega, Granada, 2007-2009, Gabriel Verd Arquitectos. Fuente: <http://gabrielverd.com/es/proyectos>

Internacional de Innovación Educativa el concepto de aula como “*el espacio donde empieza la transformación del mundo , en la que la innovación en el aula es la medida de la innovación de un país y de una sociedad*”<sup>17</sup>. Hernando, así como para otros simpatizantes de la necesidad de un cambio drástico en la educación actual, entiende que el concepto de aula va más allá de un simple ortoedro cuya principal funcionalidad sea dar cobijo al proceso del aprendizaje, sino que también forma parte del mismo proceso.

Algunas de las recomendaciones que formaliza Hernando son:

- Organización de las mesas en grupos, para fomentar el trabajo en equipo.

## ESPACIO MULTIFUNCIÓN

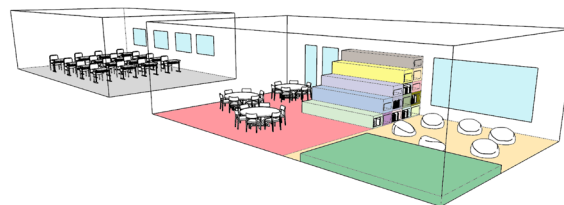


Imagen 4.7. Diagrama comparativo entre un aula homogénea y funcional (izquierda) y un aula multifuncional (derecha). Fuente: Elaboración propia.

- *Espacios manipulables mediante el uso de vinilos en las paredes, para formar pizarras temporales en las que los niños puedan desarrollar su creatividad en ellas y usar el vidrio de las ventanas como lienzo para desarrollar una lluvia de ideas o mapas mentales.*

- *Uso de nuevas tecnologías dentro del aula, fomentando su uso habitual en ellas.*

- *Mobiliario flexible, que permita modificar el espacio del aula constantemente y a voluntad de los niños.*

- *Recualificación de los pasillos, perdiendo su función principal circulatoria. Para ello, se puede fomentar el uso de estos pasillos como zonas de exposiciones o puntos de encuentro con otros*

pectiva ecológica / coord. por Manuel Lorenzo Delgado, Óscar Sáenz Barrio, 1993. pp. 339-366

17 ARCOS, A. A. (2018, 2 octubre). "El aula es ese espacio donde se inicia la transformación del mundo". Magisnet. <https://www.magisnet.com/2018/10/a%C2%80%C2%9Cel-aula-es-ese-espacio-donde-se-inicia-la-transformacia%C2%B3n-del-mundoa%C2%80%C2%9D/>



Imagen 4.8. Aula de la Escuela Montessori Kindergarten de Meius Arquitectura + Raquel Cheib Arquitectura. Fuente: Migliani, A. (2021, 18 enero). Cómo estimular la autonomía de los niños a través de la arquitectura y el método Montessori. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/930435/como-estimular-la-autonomia-de-los-ninos-a-traves-de-la-arquitectura-y-el-metodo-montessori>

grupos.

- *Iluminación natural y artificial adecuada, que mejoren las prestaciones de las luces fluorescentes que no transmiten una cualificación clara al espacio*<sup>18</sup>.

La batería de recomendaciones publicadas por Hernando no se compone de aspectos novedosos; de hecho, él mismo es consciente del actual contexto globalizado y de la larga tradición y años de reflexión que sobre la renovación de la educación se ha venido produciendo desde las ideas de Pestalozzi y Froebel, pasando por Montessori, hasta nuestros días. En ese sentido aconseja “no confundir innovación con ser los primeros en hacer algo. Innovación es crecer en resultados: copia lo que funciona en otros luga-



Imagen 4.9. De izquierda a derecha, imágenes y planimetría de las aulas de: primera escuela Montessori en Valkeveen, Brinkman & Van der Vlugt, 1926. Escuela Montessori de Ámsterdam, A.R. Hulshof, 1927. Escuela Geschwister en Lünen, Hans Scharoun, 1956–62.

Fuente: Dibujos de planta Esther Mayoral Campa y Melina Pozo Bernal

*res, prueba, adapta, combina, transforma*<sup>19</sup>.

En definitiva, podemos afirmar que el espacio del aula es un factor esencial en el proceso del aprendizaje, concepto recogido por el método Montessori y llevado a la práctica por numerosos arquitectos como Hertzberger.

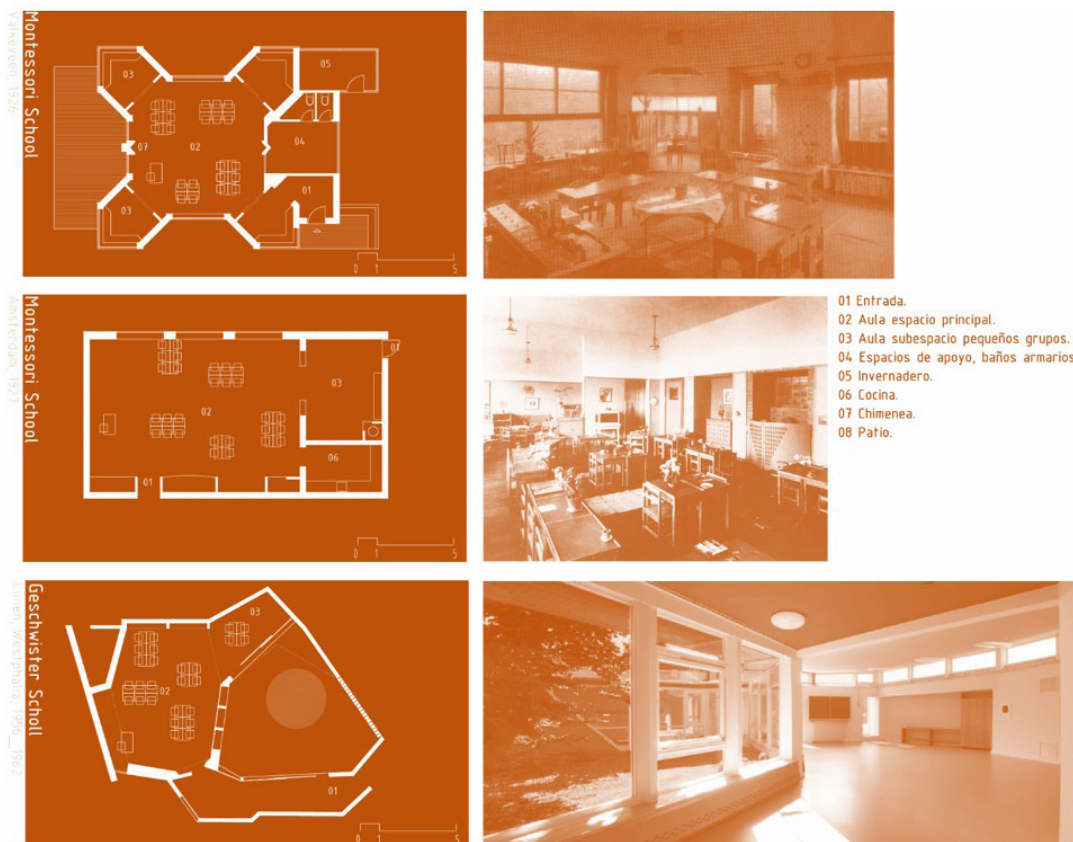
El arquitecto holandés, que comenzó su aprendizaje en la niñez en una escuela que seguía esta corriente pedagógica, cuenta con numerosos proyectos de esta índole. Algunos ejemplos de ellos son la Escuela Montessori de Delft (1960), escuela pública de Montessori de Ámsterdam (1983) o la escuela de Nutsschool de Wassenaar (1968).

Para Hertzberger, “Una característica importante de las escuelas Montessori es que todo está

18 MAGRO, C. M. (2020, 6 octubre). Conversación con Alfredo Hernando. Fundación Santillana. <https://fundacionsantillana.com/enclave/entrevista-alfredo-hernando/>

19 ARCOS, A. A. Op. Cit.





*abiertamente dispuesto y accesible, por lo que puedes inspirarte con lo que hay. El profesor te dice: ¿bueno, qué vas a hacer hoy? Y entonces miras a tu alrededor, pensando y eliges algo y surge la inspiración<sup>20</sup>*. Una forma de entender la enseñanza, en la que hay un constante diálogo

entre el niño y el espacio, entre el niño y el profesor. El aula es el lugar donde se produce ese diálogo constituyéndose en un facilitador para la autonomía, la creatividad y la libertad del niño.

20 DYER, Emma. Interview with Herman Hertzberger. En: Architecture and Education. [en línea]. 2006 [consulta: 15-01-2017]. Disponible en: <http://www.architectureandeducation.org/2016/02/03/interview-with-herman-hertzberger/> citado en Mayoral-Campa, Esther, & Pozo-Bernal, Melina (2017). *Del aula a la ciudad. Arquetipos Urbanos en las Escuelas Primarias de Herman Hertzberger*. Proyecto, Progreso, Arquitectura, (17),101 .[fecha de Consulta 06 de Abril de 2021]. ISSN: 2171-6897. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517655470008>

Imagen 4.10. Niños jugando en el patio privado del aula, en el Colegio de Alcalá de Guadaira diseñado por Gabriel Verd Arquitectos. Fuente: <http://gabrielverd.com/es/proyectos>



## 4.1 El espacio interior

### 4.1.1 El espacio polivalente y cualificado

La arquitectura juega un papel fundamental en la propuesta de todas las corrientes pedagógicas más innovadoras en las que la creatividad es su pilar principal. La arquitectura utilizada en el ámbito docente, como hemos visto anteriormente, supone grandes limitaciones al entender los espacios como meros escenarios funcionales. Por ello, se debe apostar por una arquitectura flexible y versátil que permita a los distintos centros educativos adaptarse en todo momento a las necesidades de la sociedad. En este contexto, se antoja necesario involucrar nuevos sistemas constructivos y materiales que, debido a sus propias características, permitan la transformación del entorno de aprendizaje dependiendo de la actividad que se aloja en su interior, además

de mejorar la sostenibilidad del centro. En este sentido, cabe destacar que el uso de materiales ligeros como elementos divisores de los espacios, cuyo pliegue o desmontaje es liviano, permite unir o separar espacios. Asimismo, mediante la utilización de elementos transparentes, es posible extender entender la relación entre los espacios interiores y los exteriores.

Los espacios de los centros educativos tradicionales que cuentan con un mayor grado de polivalencia suelen ser la biblioteca y la sala de actos. Estos espacios, normalmente situados en la planta baja, son lugares de un alto interés pedagógico, ya que en estos ellos es frecuente la socialización entre grupos de alumnos de diferentes cursos y edades, además del desarrollo de tareas que, habitualmente, resultan muy diferentes a las que se suelen hacer en las aulas, por lo que es necesario darle un mayor valor al uso



Imagen 4.11. Contraste de colores vivos y claros en las escuelas Ingeniun de Londres  
Fuente: Guillén, J. C. G. (2017, 29 septiembre). Escuela con cerebro. Escuela con cerebro. <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/page/2/?pages-list>

de estos espacios dentro del aprendizaje. Como se ha mencionado y analizado anteriormente en la idea funcional impuesta en el diseño actual de los centros, estos espacios son caracterizados por ser claramente acotados, sin porosidad y con limitación horaria para los alumnos.

#### 4.1.2 La luz, la escala y la sección del aula

El diseño y el tratamiento de la luz es un factor imprescindible para el desarrollo del aprendizaje, especialmente la iluminación natural. Este tipo de luz, además de aportar vitaminas beneficiosas al organismo, también activa el rendimiento mental, ya que el ser humano asocia la luz solar con la actividad y la noche con el descanso. El aula debe estar orientada de forma que se asegure la mayor entrada de luz natural posible. Para ello, se deben proyectar las posi-

ciones y proporciones de los huecos en relación con la orientación de dicha aula. Acciones como abrir grandes ventanales, lucernarios y elementos regulatorios de la luz son otras de las estrategias arquitectónicas que posibilitan un mayor aprovechamiento de la entrada de luz natural.

En el artículo “El tercer profesor: espacios que guían al aprendizaje”, Guillén refleja un estudio comparativo entre 21.000 estudiantes divididos en dos grupos diferentes. Los estudiantes del primer grupo estudiaron con una mayor iluminación que los del segundo grupo. Este primer grupo obtuvo unas calificaciones de media un 20% mayor a las obtenidas por el segundo grupo. En este sentido, es necesario subrayar que mediante la luz es posible cualificar los distintos espacios del aula para el desarrollo de una cierta tarea<sup>21</sup>. Un ejemplo interesante es el uso

---

21 GUILLÉN, Jesús C. “El tercer profesor: espacios que guían el aprendizaje” (2017) <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2017/09/29/el-tercer-profesor-espacios-que-guian-el-aprendizaje/> - visitado 16/05/2021



Imagen 4.12. Espacios multifuncionales en la escuela Vittra Södermalm. Fuente: Saura, V. (2017, 10 noviembre). "En una escuela cada espacio es una herramienta pedagógica". El Diario de la Educación. <https://eldiariodelaeducacion.com/2017/11/06/en-una-escuela-cada-espacio-es-una-herramienta-pedagogica/>

Imagen 4.13. De izquierda a derecha: Planta de la Escuela Montessori de Delft del arquitecto Hertzberger. Acceso a aula y sección del mismo de la Escuela Montessori de Delft. Fuente: Herman Hertzberger > Delft Montessori School | HIC Arquitectura. (s. f.). HIC arquitectura. Recuperado 7 de abril de 2021, de <http://hicarquitectura.com/2017/01/herman-hertzberger-delft-montessori-school/>



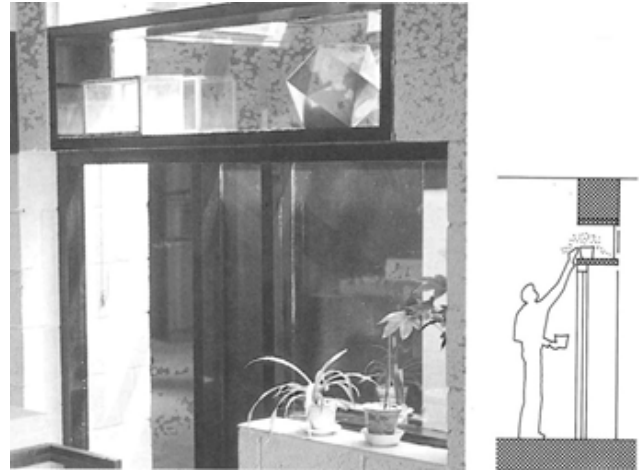
de una luz focalizada en un punto o un espacio concreto para fomentar la concentración del alumnado o el uso de una iluminación más homogénea para incentivar el trabajo en equipo.

Asimismo, la luz artificial también aporta ciertas oportunidades a la hora de mejorar el aprendizaje, aunque siempre debe ser un complemento del aula y no la fuente de iluminación principal. Gracias a la iluminación artificial, es posible mejorar la calidad de la iluminación natural. De hecho, la disposición y el diseño adecuado del tipo de iluminación pueden reforzar aún más las intencionalidades de los espacios.

La elección del color en el espacio del aula es otro factor que debe tenerse en cuenta, pues está demostrado que el uso de ciertos colores permite un mayor grado de relajación y concentración. En esta línea, Guillen apuesta por unas paredes de color blanco contrastadas con mobiliario, pantallas, pósteres de colores llamativos.

El propio esquema conceptual del aula debe actuar como un mecanismo orgánico vivo, en el que la adaptabilidad y versatilidad espacial sean continuas y permitan diferentes estancias dentro de la propia aula. La diseñadora Rosan Bosch propone seis principios de diseño para el espacio del aprendizaje. Con este fin, realiza un recorrido tanto mental como físico de los procedimientos del aprendizaje:

- La montaña, que parte de un esquema jerárquico similar al actual sistema pedagógico en el que un alumno centra el foco de atención mientras los demás escuchan.
- La cueva, en la que se desarrolla la concentración individual del alumnado. Para ello, el espacio debe adaptarse a la individualidad de cada alumno.
- La hoguera, el espacio destinado al trabajo colectivo en el que todos los miembros del gru-



po comparten una responsabilidad y cooperan para realizar la tarea.

- El abrevadero, el lugar destinado al cambio de información en un contexto relajado y descansado.
- Manos a la obra, el espacio destinado a la acción de los niños de forma tangencial sobre los materiales y el entorno.
- El movimiento, el espacio destinado principalmente a la actividad física, ya que la activación del cuerpo va en concordancia con la activación de la mente<sup>22</sup>.

La Escuela Montessori de Delft, construida en 1960 por Hertzberger, es un claro ejemplo de la puesta en escena del método Montessori. Este

proyecto destaca por su gran variedad de espacios cuyas temáticas son totalmente diferentes, además de revalorizar espacios distintos a las aulas.

Las aulas se distribuyen en una planta de forma retranqueada, generando así unos espacios de carácter domésticos. Según Hertzberger, "cuanto más articulado es el espacio, más posibilidades de aprendizaje ofrece<sup>23</sup>". En esta escuela, el concepto de aula se extiende hacia el exterior, creando espacios intermedios anexos al acceso del aula. El interior del aula se proyecta con el objetivo de que los niños se sientan como en su hogar; por lo tanto, es primordial cuidar la escala de los espacios. La propia aula debe transmitir diferentes grados de protección desde un pequeño refugio hasta una zona para aventurarse.

22 BOSCH, Rosan "Diseñar escuelas donde los niños no quieran irse". Recuperado 25 de abril de 2021 en TEDxZaragoza (2018). [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=mfCa5N42tBE](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=mfCa5N42tBE) - Visitado 01/06/2021

23 HERTZBERGER, Herman. Space and Learning 2 Rotterdam: Ed.010 publisher, 2008.p.2



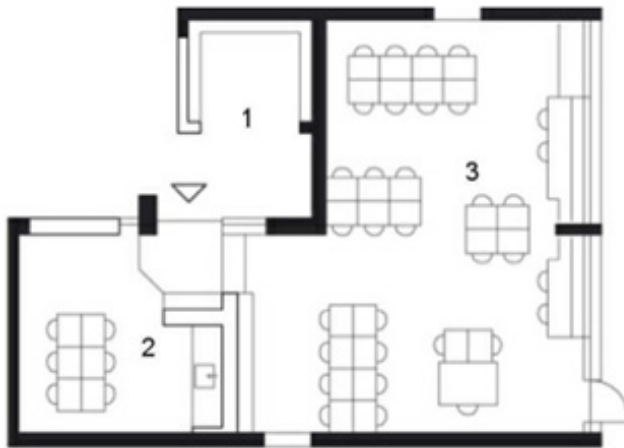


Imagen 4.14. De izquierda a derecha: Aula tipo y vista desde el "umbral" de la Escuela Montessori de Delf. Fuente: Herman Hertzberger > Delft Montessori School | HIC Arquitectura. (s. f.).



Para ello, se incentivan recursos arquitectónicos y espaciales como la diferente escala de cada zona del aula, el uso de lucernarios, el mobiliario adaptado, la presencia de elementos naturales (macetas, animales) y la utilización del color para enfatizar los espacios.

La forma de L permite una mayor articulación y la generación de espacios más acotados. El aula que se expone en la imagen de arriba está subdividida en tres zonas diferenciadas. La primera zona, denominada "umbral", proyectada entre la propia aula y la zona de acceso, está destinada a un punto de encuentro inicial entre los niños. En este punto se realizan diversas relaciones y tareas fuera de las aulas.

La segunda zona, llamada "espacio de deambulación", se destina a la elaboración de tareas de forma individualizada. Cuenta con un mobi-

liario variado, que alberga distintos tipos de materiales para el desarrollo de las tareas.

En el caso de la tercera zona, el aula, es la zona más alejada del anexo y la más amplia. Se encuentra elevada por dos escalones con respecto a la cota del espacio de deambulación. La disposición y el tipo de mobiliario convierten esta estancia en la más importante de todas, ya que es en este espacio donde los niños comparten y aprenden los unos de los otros de las distintas tareas individuales que han ido desarrollando durante el día.

Algunos arquitectos simpatizantes con la escuela activa, como Hertzberger, entienden el centro educativo como una ciudad a escala para los niños. De hecho, este arquitecto apuesta por la dualidad hogar-aula. Así, se entiende que la domesticidad se encuentra en todas las zonas

Imagen 4.15. Niños realizando una tarea en la zona 2 del aula de la Escuela María Montessori de Delf. Fuente: Herman Hertzberger > Delft Montessori School | HIC Arquitectura. (s. f.). HIC arquitectura. Recuperado 7 de abril de 2021, de <http://hicarquitectura.com/2017/01/herman-hertzberger-delft-montessori-school/>



que conforman un colegio, especialmente en las aulas. En este sentido, podría decirse que cada zona tiene su propio objetivo y su propia distribución, según la actividad para la que está destinada. Numerosos expertos del ámbito de la pedagogía apoyan la relación existente entre los valores que se reciben en el hogar y en la escuela. Así, se propone la realización de actividades relacionadas con las tareas domésticas, como la cocina. De esta forma, se concibe esta actividad como un aprendizaje más y, además, se amplía el programa de un aula concreta a otras zonas del colegio. Las escuelas de Hertzberger también coinciden con esta idea; apoyan ampliar la programación y se oponen a la típica forma cuadrada de un aula, visible en las primeras escuelas Montessori de Valkeveen (1926) y Ámsterdam (1927). En esta línea, se toman como modelo a seguir las escuelas del arquitecto alemán Hans Scharoun, en las que los rinco-

nes de las aulas (llamadas “hogares clase” por el propio Scharoun) se adaptan a las diferentes etapas del desarrollo cognitivo de los niños. Estas aulas se expanden hacia el sur y su tamaño dependerá de los parámetros de la enseñanza al aire libre y de la capacidad de quienes la utilizan. La ubicación del límite de las aulas, la nueva secuencia espacial que otorga privacidad a los espacios públicos y el traslado de las aulas al exterior son ideas que se repiten en los proyectos de Hans Scharoun<sup>24</sup>.

## 4.2 MÁS ALLÁ DEL AULA

### 4.2.1 Calle del aprendizaje, patios y porches

Los pasillos, que para las corrientes pedagógicas más conservadoras tienen una finalidad meramente circulatoria, cuentan con un gran potencial pedagógico, al ser un lugar que fomenta la socialización del alumnado. En este espacio

24 MAYORAL-CAMPA, Esther, & POZO-BERNAL, Melina (2017). *Del aula a la ciudad. Arquetipos urbanos en las escuelas*

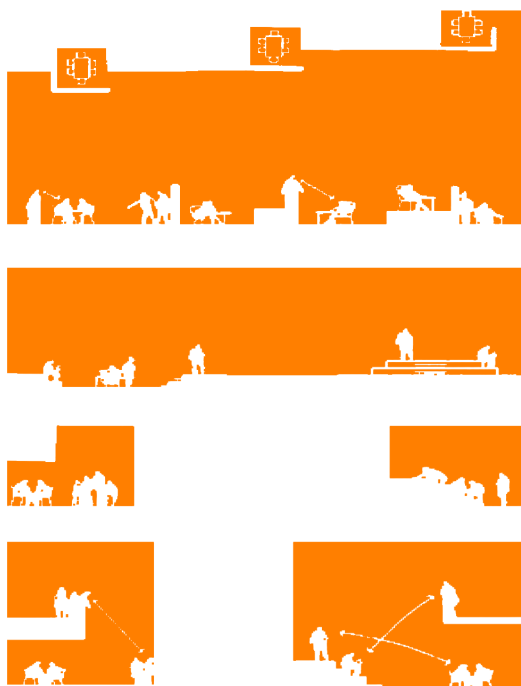
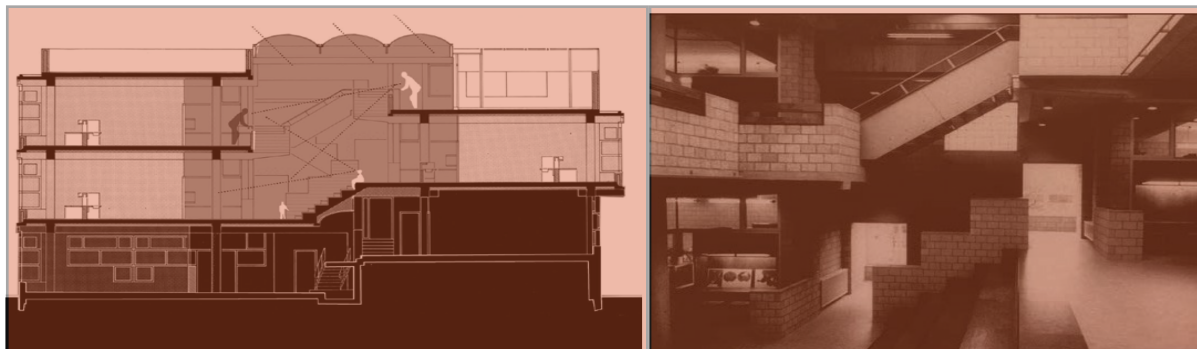


Imagen 4.16. De izquierda a derecha, Sección e imagen de la zona común multifuncional de la Escuela Montessori de Delf; Estudios de sección para las "Condiciones especiales para la atención y vistas" de Herman Hertzberger. Fuente: Navarro de Pablos, Fco. Javier; Mayoral Campa, Esther. Aljarafe. Más que un colegio. La arquitectura pedagógica de Fernando Higuera y Antonio Miró. Málaga: Recolectores Urbanos, 2018. Esquema donde se muestran las diferencias entre la tipología convencional de un colegio y otras opciones espaciales.

Imagen 4.17. Plantas de la Escuela Apollo de Ámsterdan. Fuente: Apollo primary schools, Amsterdam, Netherlands, 1980–83. (2016, 5 septiembre). Flickr. <https://www.flickr.com/photos/krokor/5474420240>



se puede fomentar la cooperación entre los alumnos. Además, la combinación de una iluminación adecuada y una buena conexión con diferentes estancias polivalentes o con las aulas y un mobiliario adecuado permite llevar a cabo un sinnúmero de tareas, como exposiciones, murales, obras de representación, estancias de descanso, entre otras.

Esta apuesta por valorar el potencial pedagógico de las galerías puede apreciarse en la escuela de Geschwister-Scholl en Lünen del arquitecto Scharoun Bremen. En este proyecto se propone

un pasillo variable en su ancho, de modo que mediante la articulación de las aulas se crean espacios de diferentes índoles: espacios reducidos que incentivan la individualidad y espacios amplios y homogéneos que incentivan la colec-

tividad.

En la escuela de Delft o en la escuela de Polygon, del arquitecto Hertzberger, también se observa una estrategia parecida que recibe el nombre de “calle del aprendizaje”. Este arquitecto transforma los lugares de circulación en estancias didácticas.

En el caso de la escuela de Delft, gracias a los continuos retranqueos de los límites del pasillo, la sección del mismo, las relaciones visuales y, como se ha mostrado anteriormente, la involucración y forma en L de las aulas con respecto al pasillo, se crean diferentes estancias flexibles y versátiles que permiten una gran riqueza pedagógica. En el caso de la escuela Polygon, estos espacios se equipan con habitáculos multifuncionales, cuya materialidad permite la con-



Imagen 4.18. De izquierda a derecha: Niños jugando frente a un mural artístico temporal realizado por los alumnos. Gradas exteriores del Colegio Aljarafe. Fuente: Aljarafe, C. (s. f.). #LaOtraConcertada. Colegio Aljarafe. Recuperado 2 de junio de 2021, de <https://colegioaljarafe.es/laotraconcertada/>

tinua flexibilidad y adaptabilidad a los diferentes acontecimientos.

Siguiendo con proyectos de Hertzberger, también se observa una estrategia diferente conocida como plaza multifuncional. Esta plaza articula las distintas aulas y espacios multifuncionales a su alrededor guardando una cierta similitud con el significado de una plaza principal en una ciudad. Esta estrategia surge del análisis y estudio que realiza el propio Hertzberger sobre las escuelas Apollo en Ámsterdam. Las escuelas Apollo se caracterizan por la proyección de dos edificios, organizados mediante una gran plaza cubierta, la cual alberga una grada en planta baja y permite la visión cruzada entre las plantas superiores, creando el espacio perfecto para desarrollar múltiples tareas y actos colectivos en ese espacio. Podemos observar la reinterpretación de esta en la escuela De Evenaar de Ámsterdam o en la escuela Anne Frank de Papendrecht.

La intención de involucrar el pasillo al desarrollo del aprendizaje ha fomentado el rediseño de los pasillos de algunos centros educativos tradicionales. En muchos de ellos, se ha optado por exponer murales realizados por los propios alumnos, con temáticas variables y culturales, incluso intervenciones mediante el mobiliario y el color de los paramentos.

Actualmente, el espacio destinado al porche no aprovecha todo su potencial pedagógico, ya que su principal funcionalidad es crear una zona de juegos cubierta utilizada como protección frente a los efectos climatológicos, ya sea cuando llueve o como cobijo para las altas temperaturas. Este espacio se caracteriza por estar anexo al edificio por uno de sus lados y ser un espacio intermedio entre el exterior y el interior. Esta dualidad de estar a caballo entre el interior y exterior es el principal rasgo de esta estancia. El porche es una de las pocas estancias que cuentan con esta dualidad.



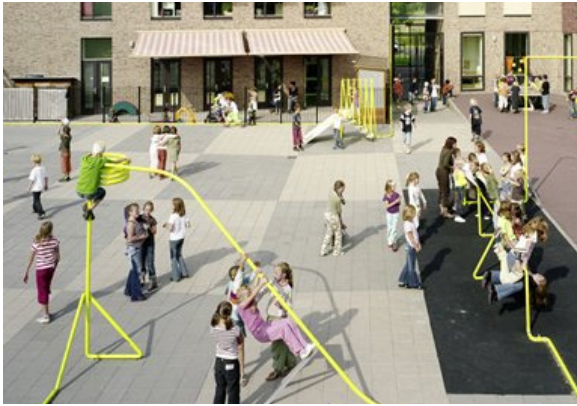


Imagen 4.19. De izquierda a derecha: Niños jugando con el mobiliario permanente en Paradijsvogel Elementary School. Fuente: kaptein roodnat. (s. f.). Paradijsvogel Elementary School. Recuperado 2 de junio de 2021, de <http://www.kapteinroodnat.nl/>

La apuesta por el uso múltiple de este espacio crece exponencialmente en todas las corrientes pedagógicas innovadoras, ya que, al igual que el pasillo y como veremos posteriormente el patio, es un lugar idóneo para desarrollar las relaciones sociales entre los niños. En este sentido, es necesario recordar un punto importante de la normativa vigente sobre las pautas de diseño de centros educativos de educación infantil en el que todo el centro debe desarrollarse en la planta baja. El concepto de porche puede entenderse como esa “plaza multifuncional” cubierta tan valorada por Hertzberger, que se puede considerar como la prolongación de esa calle del aprendizaje hasta el exterior, por lo que, con el uso de un mobiliario adecuado y adaptable y una preocupación arquitectónica por asegurar la entrada de luz y ventilación naturales desde el patio, puede conseguirse una macro-aula en el que predominan los juegos y las tareas cooperativas.

El patio es el principal espacio exterior que encontramos en la escuela. Este espacio, que en algunos casos coinciden con los límites perimetrales del centro educativo, es el destinado al desarrollo de las capacidades motoras y físicas de los niños. En algunos centros incluso se destina este espacio a diferentes actos, como celebraciones de fin de curso. El problema que presentan estos espacios es la coincidencia con la ubicación de las pistas deportivas, además de contar anecdóticamente con elementos naturales, como árboles o arbustos. El patio necesita ser más que una pista deportiva, pues requiere de una flexibilidad que permita a los alumnos desarrollar diferentes tareas, como el uso de un mobiliario adecuado o un mayor acercamiento con la naturaleza (la ubicación de un huerto urbano en el que los niños aprendan a cultivar, utilicen cajas de arena, fabriquen artefactos y muebles con elementos reciclados, etc.).

Además, el patio es el espacio de conexión en-



Imagen 4.20. Fachada de la Escuela TIL-LER en Bellaterra (Barcelona). Fuente: Mimbrero, D. M. (2019, 13 junio). Escuela El Til•ler en Bellaterra, Barcelona de Eduard Balcells, Ignasi Rius y Daniel Tigges. Téctonica. <https://tectonica.archi/projects/escuela-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona/>

tre el barrio y el centro educativo, por lo que se debe plantear este espacio como la prolongación del barrio hacia el centro o concebir este espacio como un equipamiento más para dotar al propio barrio y hacer entender a la sociedad del entorno la importancia de este lugar para eliminar el posible vandalismo. Para ello, es imprescindible suprimir los elementos separativos que marcan el perímetro del centro, un claro ejemplo lo encontramos en la escuela de Delft de Hertzberger.

El estudio holandés KapteinRoodnant aumentó el aprovechamiento del patio de un centro educativo mediante la colocación de un tubo continuo de unos 100 metros de longitud. Este tubo, pintado de un color amarillo llamativo, permite la personalización de los espacios mediante la imitación del mobiliario.

### 4.3 Los límites

*“La transformación del límite del aula en términos de disolución material- fundamentalmente en planos verticales- es capaz de generar la proyección espacial del aula, irradiando su actividad hacia ámbitos anexos. De este modo, la relación física y visual entre el interior del aula y su entorno más próximo provoca la colonización de pasillos, escaleras, vestíbulos o patios exteriores.”<sup>25</sup>*

La manera en la que se acotan los espacios educativos influyen en el desarrollo del aprendizaje; por lo tanto, el diseño de estos límites es una gran oportunidad para llevar a cabo nuevos métodos pedagógicos. El concepto de cerramiento presente en los centros educativos tradicionales coincide con un elemento plano, en el que el espesor del mismo viene condicionado por las me-

25 CAMPOS-SOTELO, Pablo y CUENCA MÁRQUEZ, Fabiola. “Memoria e innovación en los espacios físicos de la educación superior.” Historia y Memoria de la Educación, 3, 2016. pp. 279-320.

Imagen 4.21. Planta, sección y fotografías de la Universidad Alioune Diop en Senegal. Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893643/nuevo-edificio-aulario-en-la-universidad-alioune-diop-javier-perez-uribarri-plus-federico-pardos-auber>



didadas requeridas de aislamiento térmico y las diferentes hojas de fábrica de ladrillo, reduciendo la versatilidad y flexibilidad del espacio acotado.

En la actualidad hay una gran diversidad de estrategias para involucrar los elementos divisores en la pedagogía, por lo que una de las estrategias que deben tenerse en cuenta es el espesor de los cerramientos.

#### 4.3.1 El muro habitado

La manipulación de los espesores de los cerramientos no solo permite un ahorro energético y una regulación de la luz, sino que también ofrece una mayor flexibilidad y versatilidad. Los muros equipados pueden albergar en su interior estancias continuas entre aulas para crear zonas de juegos colectivas, mobiliario escalado e incluso instalaciones.

En el caso del nuevo aulario en la Universidad Alioune Diop en Senegal, al tratarse de un clima extremo se optó por una doble envolvente habitada compuesta por dos cubiertas con un distanciamiento de un metro y dos fachadas cuya espacialidad interior llega a los tres metros de anchura. La cubierta doble está compuesta por paneles sándwich en la cara exterior y un falso techo en la cara interior. En cuanto al cerramiento vertical, se optó por una gran celosía que actúa como filtro solar permitiendo la regulación de la entrada de luz y la permeabilidad del aire exterior. En lo referente a la piel interior, sin embargo, se opta por la utilización de elementos menos porosos, dejando ciertos huecos para la entrada de luz necesaria. Entre ambas pieles se desarrolla un jardín que permite controlar la humedad del centro y mantener alejados a los mosquitos portadores de la malaria.

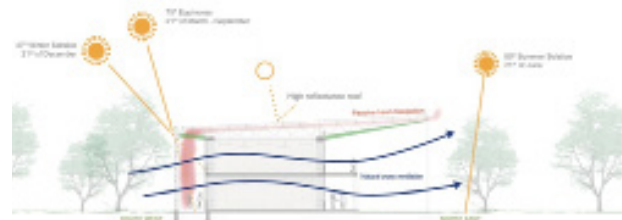
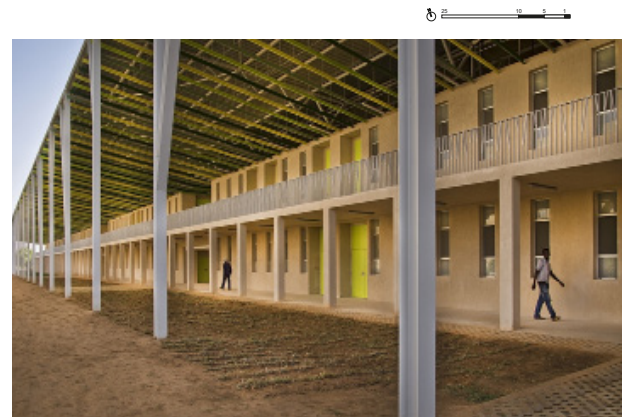
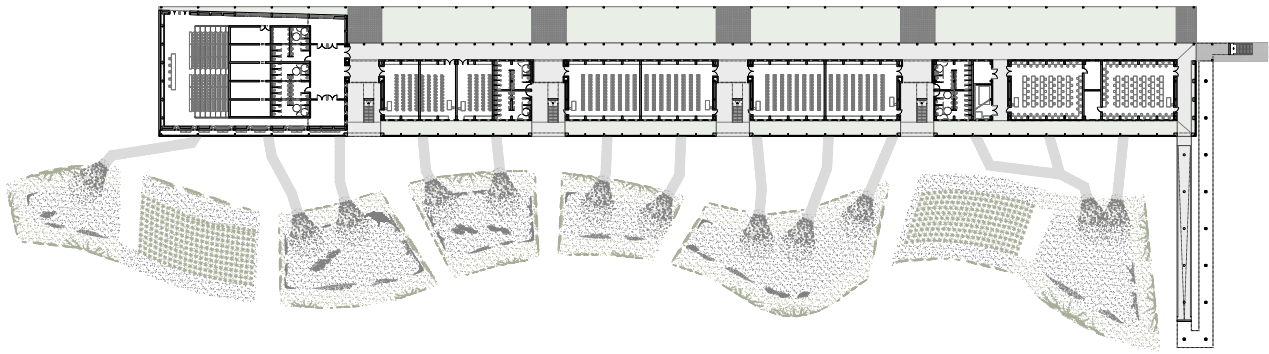


Imagen 00. Nuevo aula en la Universidad Alioune Diop en Senegal. Fuente: [https://pro-technica-s3.s3.eu-west-1.amazonaws.com/aulario-idom\\_1553247017.pdf](https://pro-technica-s3.s3.eu-west-1.amazonaws.com/aulario-idom_1553247017.pdf)



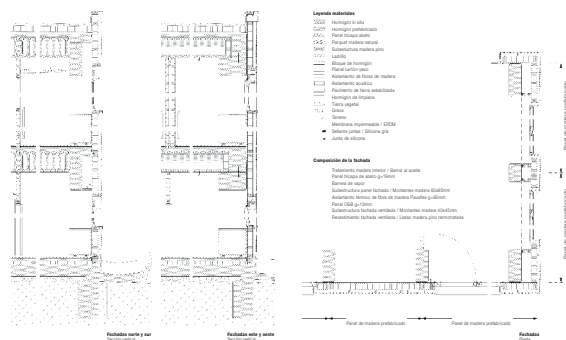
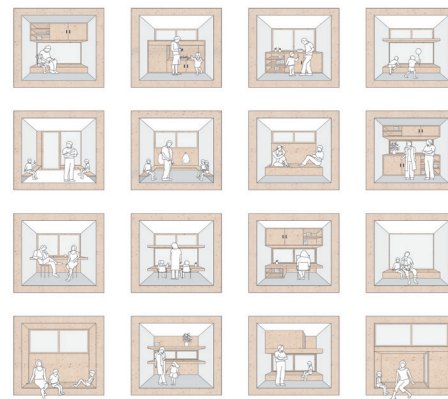


Imagen 4.22. Fachada de la Escuela TIL•ler en Bellaterra (Barcelona), detalle constructivo y vista desde el interior. Fuente: Mimbrero, D. M. (2019, 13 junio). Escuela El Til•ler en Bellaterra, Barcelona de Eduard Balcells, Ignasi Rius y Daniel Tigges. Fuente: Tèctonica. <https://tectonica.archi/projects/escuela-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona/>

La Escuela El Til•ler diseñada por Eduard Balcells en 2018 en un jardín abandonado en Bellaterra (Barcelona, España) se caracteriza por ser un edificio compacto que consigue reducir el consumo de energía a través de su estructura de hormigón y el alto aislamiento de su fachada.

El centro está formado por seis edificios. De ellos, cinco son modulares prefabricados de madera y acero trasladados y reciclados de otro emplazamiento. Por lo tanto, estos edificios se pueden volver a desmontar y trasladar a otro lugar.

El sistema pedagógico instaurado en este centro educativo se basa en la pedagogía de Waldorf. El acceso a las aulas no se realiza mediante un pasillo, sino que este es sustituido por una secuencia espacial gradual, partiendo desde el patio, pasando por la recepción y, por último, al aula.



La propia configuración de los huecos del aula, su distribución en planta de manera que se asemeja a una calle residencial en una ciudad y su emplazamiento, cuya topografía es muy variada, permiten que los niños descubran visualmente su entorno a medida que van creciendo.

En el caso del edificio de educación infantil, este cuenta con una estructura de pórticos de hormigón armado que permite la liberación estructural del interior y, además, cabe destacar que esta estructura funciona como estantería que, mediante la instalación de las distintas envolventes equipadas, permite tener un espacio flexible y versátil.

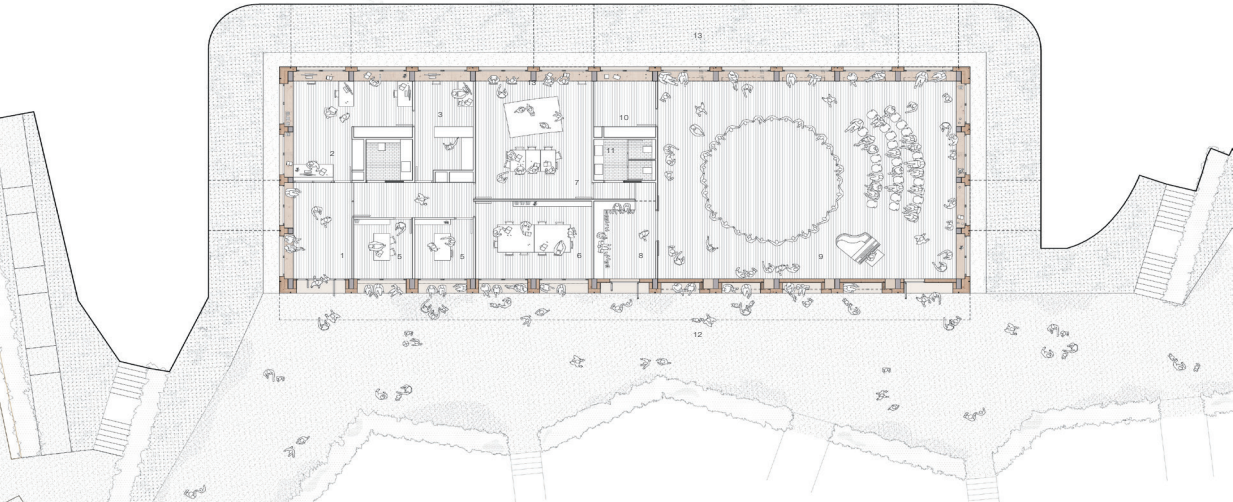
En el ámbito de la habitabilidad interior, se consigue un gran grado de aislamiento gracias a las fachadas prefabricadas, las cuales cuentan con una cámara de aire ventilada.

Las fachadas son enteramente de madera y es-



**Planta nivel superior**  
Educación Infantil y Educación Secundaria

- Educación infantil**  
(edificio nuevo)
- 1 Clase Educación Infantil
  - 2 Clase 2-3 años
  - 3 Porche
  - 4 Recibidor
  - 5 Espacio de soporte al profesor
  - 6 Patio
- Educación Secundaria**  
(edificio reciclado)
- 7 Clase 9a
  - 8 Clase 10a
  - 9 Clase 11a
  - 10 Clase 12a
  - 11 Recibidor
  - 12 Patio



1. Recepción 2. Administración 3. Gerencia 4. Lavabo 5. Oficinas 6. Sala de profesores 7. Aula de soporte 8. Sala de Euritmia / recibidor 9. Sala de Euritmia 10. Almacén 11. Lavabo 12. Rambla 13. Talud verde

**Edificio de Educación Infantil y Espacios Comunes**  
Axonometría / Contrafuertes y alcobas

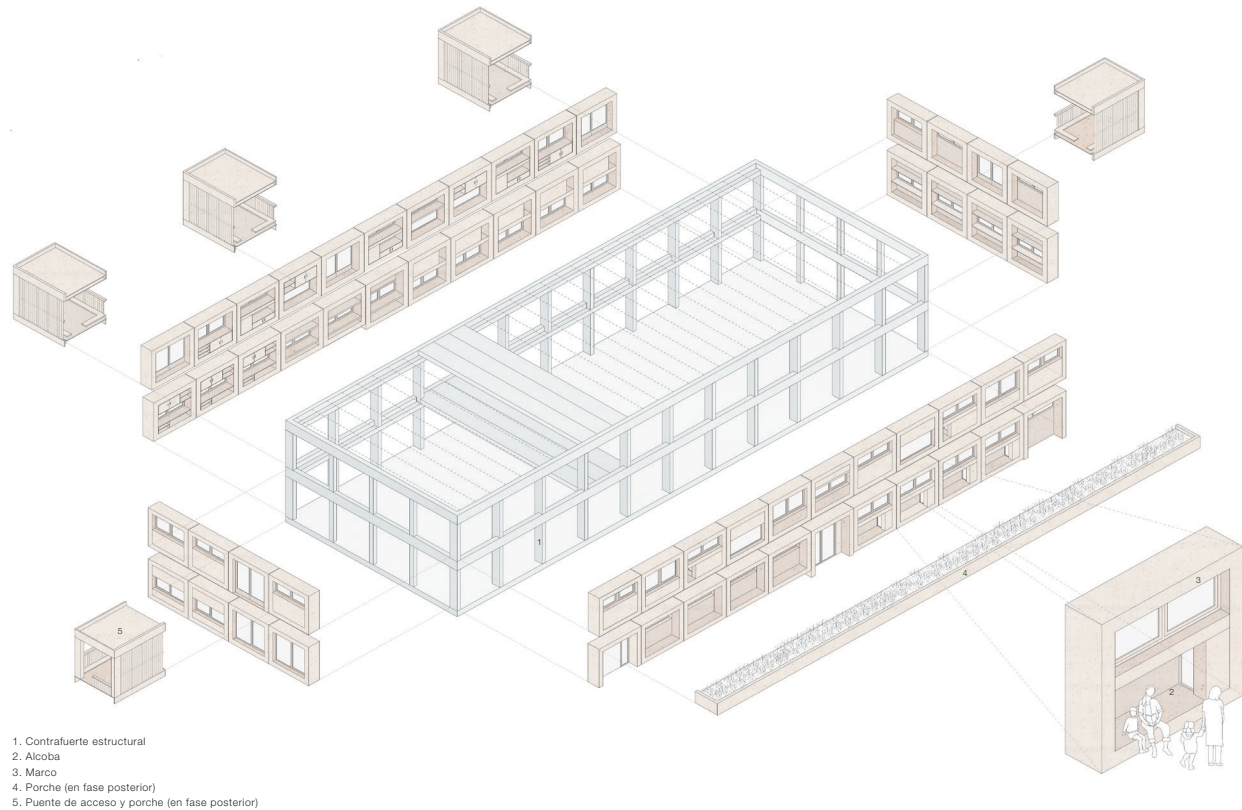


Imagen 4.23. Planimetría y fotografías de la Escuela Til-ler.  
Fuente: Mimbrero, D. M. (2019, 13 junio). Escuela El Tiller en Bellaterra, Barcelona de Eduard Balcells, Ignasi Rius y Daniel Tigges. Téctonica. <https://tectonica.archi/projects/escuela-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona/>



Imagen 4.24. Niños disfrutando del entorno natural de la Escuela Til·ler de Bellaterra (Barcelona). Fuente: Mimbbrero, D. M. (2019, 13 junio). Escuela El Til·ler en Bellaterra, Barcelona de Eduard Balcells, Ignasi Rius y Daniel Tigges. Tèctonica. <https://tectonica.archi/projects/escuela-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona/>



Imagen 4.25. Planta de la Escuela Corona de Richard Neutra. Fuente: Neutra\_Emerson. (s. f.). Neutra\_Emerson. Recuperado 4 de junio de 2021, de [http://www.mindeguia.com/dibex/Neutra\\_Emerson.htm](http://www.mindeguia.com/dibex/Neutra_Emerson.htm)

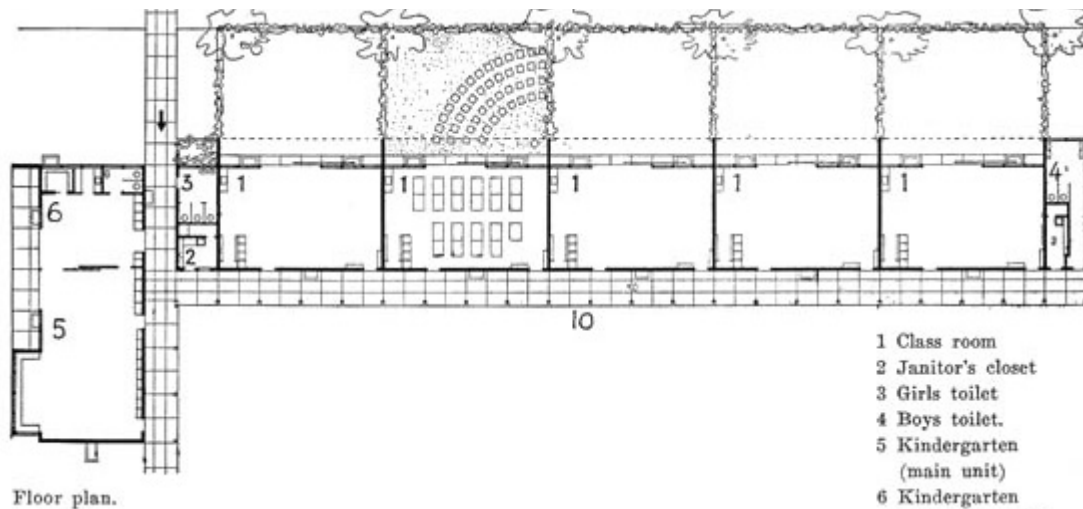
tán formadas por elementos prefabricados de gran formato (de 3.00x7.40 m) compuestos por dos hojas entre las que se ubica una cámara de aire ventilada. Cada hoja consta de los siguientes elementos de interior a exterior: panel tricapa de pino de 1.9 cm de espesor, barrera de vapor, aislamiento térmico de fibra de madera de 10 cm, entramado de listones de madera de pino de 6x9.5 cm, paneles OSB de 1.2 cm y, por último, una lámina impermeable transpirable. Seguidamente, se encuentra la cámara de aire ventilada, que tiene 4,5 cm de espesor e incluye las cajas de las persianas venecianas exteriores de aluminio. Finalmente, cubriendo la cámara, se ubica la hoja exterior de láminas de madera de pino termotratada, que se clavan sobre un rastrillado de madera de pino al autoclave.

Así, la combinación del aislamiento térmico de

fibras de madera y la eliminación de puentes térmicos, junto con la gran inercia térmica de la estructura de hormigón, garantizan un gran confort pasivo. De esta forma, casi eliminan la necesidad de calefacción en invierno, donde sólo se utiliza un pequeño radiador eléctrico para cada aula en momentos de puntas de frío. El confort durante el resto del año se logra mediante la ventilación cruzada, las fachadas ventiladas y las persianas venecianas exteriores.

La compactibilidad volumétrica, la semiprefabricación de la estructura y las fachadas, así como la expresión directa de los materiales al natural, sin revestimientos, han permitido realizar esta escuela para una cooperativa de padres y profesores por un presupuesto inferior al habitual en la escuela pública para un equipamiento de características equivalentes.<sup>26</sup>

26 Escuela El Til·ler en Bellaterra, Barcelona de Eduard Balcells, Ignasi Rius y Daniel Tigges. (2019, 5 septiembre). Tèctonica. <https://tectonica.archi/projects/escuela-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona/>



Tras exponer y analizar los casos anteriores, se puede observar la gran flexibilidad y versatilidad que se consigue mediante el uso de una doble piel, así como la habitabilidad de esta. Este uso permite un mayor control de las entradas de luz y, además, su espesor permite el almacenaje de objetos y mobiliario necesarios para desarrollar las diferentes tareas de los alumnos.

#### 4.3.2 El aula infinita

Como se ha mencionado anteriormente, el diseño de los límites físicos de los espacios interviene pasivamente en el desarrollo del aprendizaje. Sin embargo, la eliminación temporal o de manera visual de estos paramentos hace que exista una relación total entre el interior y el exterior. También representa una oportunidad pedagógica con un gran potencial, pues, mediante la utilización de materiales plegables y transparentes, el espacio del aula puede extenderse hacia el exterior e incluso hacia las galerías, pasillos y

otras aulas, ofreciendo un gran grado de flexibilidad y adaptabilidad al alumnado. Para ello, es necesario controlar especialmente la orientación y el soleamiento de las aulas y el uso de elementos arquitectónicos como voladizos o porches que permitan la regulación en la entrada de la luz natural.

Richard Neutra, en su obra Corona School, construida en 1935 en Los Ángeles (California, Estados Unidos), utiliza esta estrategia. El arquitecto tenía un concepto pedagógico que compartía algunas reflexiones con el método Montessori. Para Neutra: *“La escuela es el lugar donde oímos hablar de hechos nuevos para nosotros, donde nos divertimos, forjamos nuestra mentalidad, nuestros puntos de vista y nuestras actitudes sociales... Podemos disfrutar de agradables aperturas a espacios exteriores verdes o sufrir con las esquinas raras e incontroladas detrás de un mobiliario apretado... y miles de otros elementos de carácter psicológico. Aún no se ha*



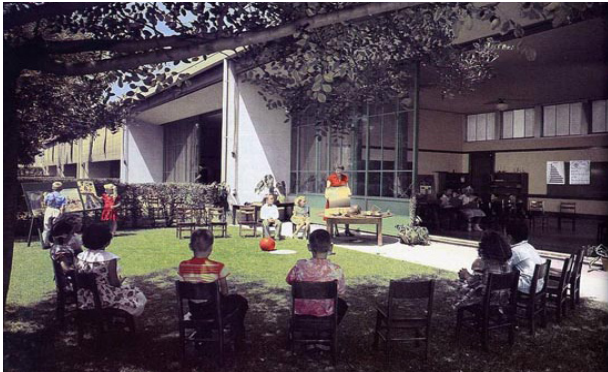


Imagen 4.26. Clase impartida en el patio del aula de la Escuela Corona de Richad Neutra. Fuente: Corona School - Ficha, Fotos y Planos. (2020a, octubre 17). WikiArquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/corona-school/>

*hecho ningún cálculo con base empírica sobre la magnitud y las cualidades precisas de todo este conjunto de influencias ambientales, pero a veces, en nuestros sueños, nos persiguen y torturan recurrentes impresiones infantiles creadas por ellas hace mucho tiempo, cuando descubrimos los primeros miedos y tuvimos las primeras alegrías<sup>27</sup>*

La Escuela Corona se desarrolla en una planta baja. El edificio principal contaba con cinco aulas, que se utilizaban por unos cuarenta alumnos de entre ocho y diez años de edad. Los espacios exteriores se encontraban divididos mediante arbustos naturales. Esta escuela aprovechaba al máximo la climatología de Los Ángeles, ya que la temperatura media de la ciudad es de 24 °C, lo que favorecía el desarrollo del aprendizaje en las zonas exteriores.

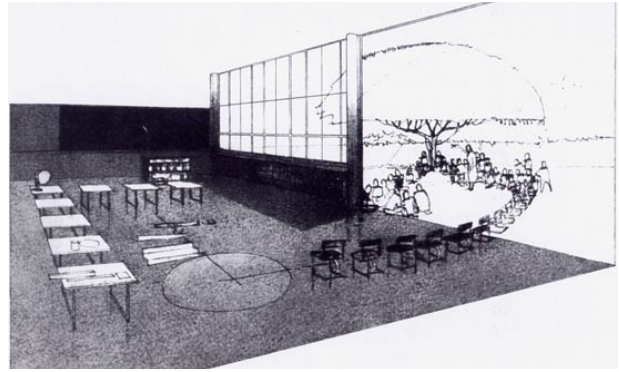


Imagen 4.27. Boceto de Richad Neutra en el cual se expresa su intención de desarrollar diferentes actividades dentro y fuera del aula. Fuente: Neutra\_Emerson. (s. f.-a). Neutra\_Emerson. Recuperado 4 de junio de 2021, de [http://www.mindeguia.com/dibex/Neutra\\_Emerson.htm](http://www.mindeguia.com/dibex/Neutra_Emerson.htm)

Como se puede observar en la planta, las aulas se distribuían en forma de peine. Estas aulas, de formato rectangular, están totalmente ventiladas e iluminadas naturalmente mediante grandes huecos situados en la cara exterior del aula. Estos huecos permiten extender el espacio del aula hacia el exterior, lo que fomenta el desarrollo de actividades tanto en el aula como en un espacio libre. La vinculación entre las aulas y la zona de acceso se realiza mediante un porche lineal que sustituye al pasillo tradicional de los centros educativos convencionales.

En Europa, el desarrollo del movimiento Outdoor School a principios del siglo XX puso en crisis el modelo arquitectónico empleado en los centros de educación. De este movimiento, encontramos la escuela Plein -Air construida en Suresnes, Francia en 1935 por los arquitectos

27 Corona School - Ficha, Fotos y Planos. (2020, 17 octubre). Recuperado el 20 de mayo de 2021 en WikiArquitectura. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/corona-school/>



Eugène Beaudouin y Marcel Lods. Esta escuela se compone de ocho pabellones ubicados en el interior del parque Mont-Valérien conectados linealmente por galerías. El pabellón de mayor envergadura, ubicado en uno de los límites del parque, alberga en su interior las zonas comunes, como los comedores y los talleres.

Por otro lado, encontramos la escuela infantil de Benetton en Italia, construida en 2007 por el arquitecto Alberto Campo Baeza. En ella, se aprecia el uso de las dos estrategias mencionadas anteriormente. Se utiliza un doble muro perimetral de forma circular que acota el espacio exterior del centro educativo.

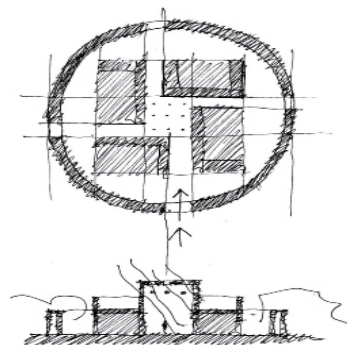
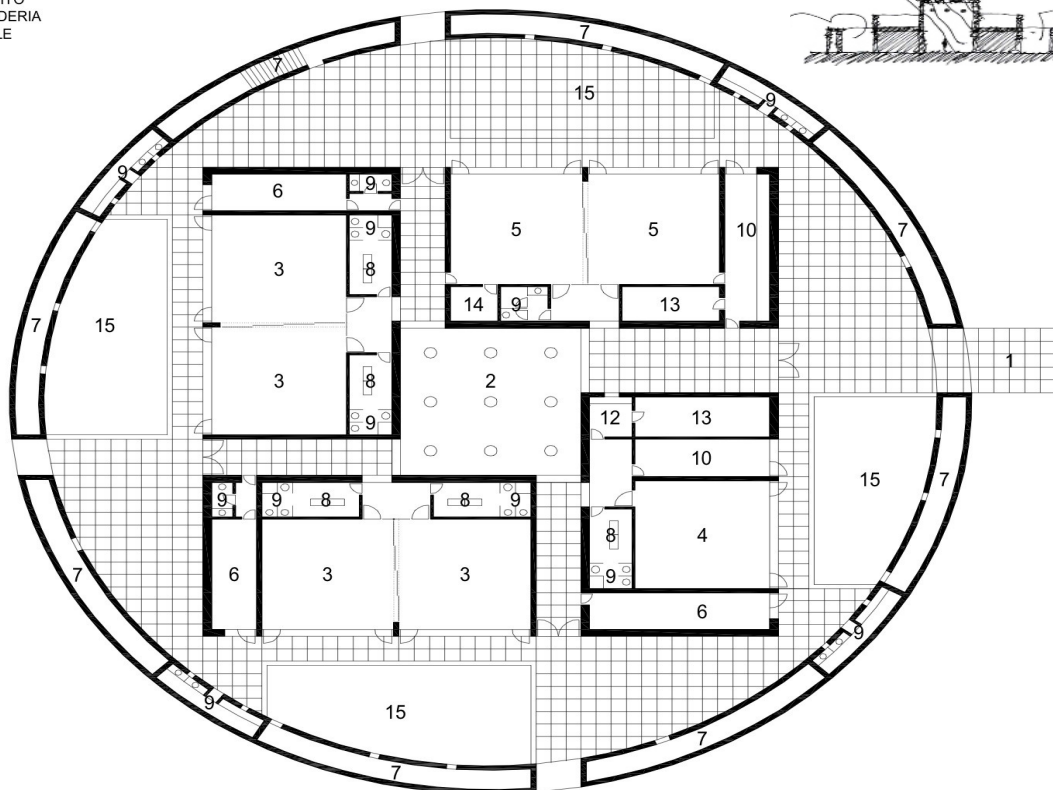
Este espacio incluye diferentes equipamientos para las zonas libres en su interior. Además, estos espacios intermedios ofrecen a los niños zonas con una cierta privacidad a modo de refugio.

En el centro de esta circunferencia se encuentra

una gran caja cuadrada donde se ubican los núcleos de aulas, que, al igual que en el caso del colegio Corona de Neutra, mantiene uno de sus lados totalmente abiertos hacia el exterior, lo que permite la relación del aula hacia el exterior y el uso de una sola planta y de una entrada de luz cenital. La espacialidad resultante de la relación entre las figuras geométricas circular y rectangulares forman cuatro patios, que simbolizan los cuatro elementos naturales: aire, agua, fuego y tierra.

El corazón de la escuela se corresponde con un vestíbulo a doble altura cuadrado que se comunica con las aulas. Además, este vestíbulo permite la entrada de la luz cenital mediante diferentes perforaciones.

1. INGRESSO
2. VESTIBOLO
3. AULA
4. AULA LATTANTI
5. SALA DI PRANZO
6. SALA DI SUOGNO/SALA DI REUNIONI
7. GIUOCO
8. SPOGLIATOIO
9. BAGNO
10. CUCINA
11. DIREZIONE UFICIO
12. PORTINERIA
13. DEPOSITO
14. LAVANDERIA
15. CORTILE



PLANTA

0

5

20m



Imagen 00. Planta y boceto de la Escuela Infantil de Benetton. Fuente: Basulto, D. (2019, 24 octubre). Guardería para Benetton / Alberto Campo Baeza. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-40864/guarderia-para-benetton-alberto-campo-baeza>



Imagen 4.28. De izquierda a derecha: Fotografía de los patios de la Escuela Infantil Benetton Italia, los cuales representan los cuatro elementos de la naturaleza, vestíbulo principal de acceso y secciones. Fuente: Basulto, D. (2019, 24 octubre). Guardería para Benetton / Alberto Campo Baeza. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-40864/guarderia-para-benetton-alberto-campo-baeza>

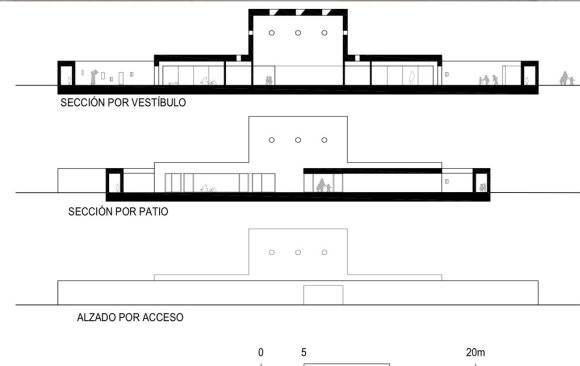




Imagen 4.29. Niños jugando en una zona acotadas especialmente para ellos. Fuente: O. (2021, 1 junio). Arquitectura para niños cuando menos es más. OVACEN. <https://ovacen.com/arquitectura-para-ninos-cuando-menos-es-mas/>

#### 4.4 El contenido

Los modelos pedagógicos, como el de María Montessori, que defienden la creatividad del niño como método de aprendizaje, destacan el gran impacto pedagógico del espacio en el que se desarrolla el aprendizaje. Este entorno no solo es influenciado por las características y materialidad del espacio, sino también por el tipo de mobiliario. El mobiliario se debe adaptar en todo momento a las necesidades de los niños, por lo que este debe ser flexible hasta tal punto, que pueda incluso desaparecer prácticamente del aula. Asimismo, también debe mantener un peso adecuado para que los niños puedan transportarlo, lo que permite que los propios niños se adueñen del espacio.



Imagen 00. Casa para niños inspirada en la arquitectura de Toyo Ito diseñada por el arquitecto David Lamolla. Fuente: Santos, S. (2017, 14 septiembre). Los niños se divierten en estas casas inspiradas en la arquitectura japonesa contemporánea. ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/776498/los-ninos-se-divierten-en-estas-casas-inspiradas-en-la-arquitectura-japonesa-contemporanea>



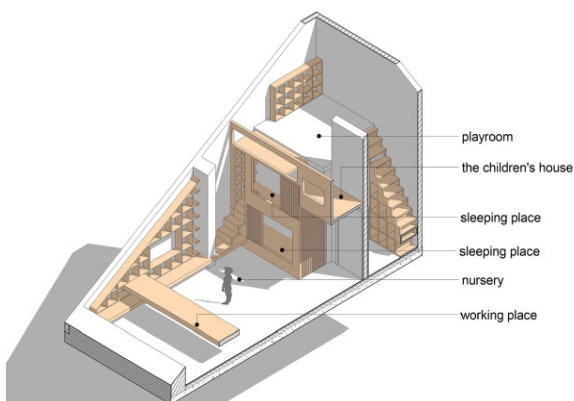
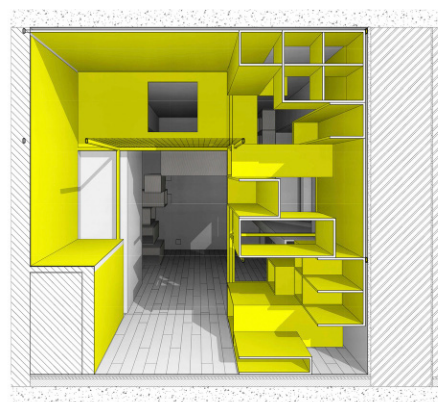


Imagen 4.30. Espacio destinado a los niños compuesto por mobiliario de madera flexible. Fuente: Migliani, A. (2020, 2 octubre). Arquitectura de madera para niños: Diseñando espacios cálidos y lúdicos. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/940091/arquitectura-de-madera-para-ninos-disenando-espacios-calidos-y-ludicos>

#### 4.4.1 El niño como referencia a escalar

Si bien numerosos arquitectos entendían el concepto de centro educativo como una ciudad para niños, el aula se puede entender como un hogar para los niños. Al igual que una vivienda se proyecta en función de las necesidades de los inquilinos, el aula debe adaptarse constantemente a sus pequeños inquilinos. Para ello, el mobiliario presente en las aulas debe tener una altura y peso adecuado a los niños, de manera que se fomente su individualidad, principalmente en las tareas cotidianas de cada día como las tareas de recoger los objetos que han estado utilizando para desarrollar una actividad concreta y guardarlos en su estantería correspondiente.

El arquitecto David Lamolla, mediante su proyecto SmartPlayhouse, diseña casas de juegos para niños inspiradas en obras de arquitectura moderna. En la imagen de la izquierda se puede observar uno de sus diseños inspirados en la ar-



quitectura de Toyo Ito. La materialidad principal de estas casas para niños son paneles de madera contrachapada, en las cuales se abren una serie de huecos para la entrada de luz y el acceso a la propia casa. Esta casa tiene dos plantas que le permiten llegar a los 3 metros de altura y una planta de 1.80x1.80 m. El espacio está pensado exclusivamente para el uso de los niños a modo de espacio de refugio.

#### 4.4.2 El mueble flexible

Como ya se ha mencionado anteriormente, la flexibilidad del mobiliario es algo indispensable a la hora de proyectar un aula. En la escuela de Delft de Hertzberger, encontramos un diseño del mobiliario que permite a los niños adueñarse de los distintos espacios. La forma cúbica de los muebles posibilita que los niños jueguen con ellos. Al ser fácilmente transportables, pueden posicionar el mobiliario por todo el espacio. Asimismo, al estar encajonados en el suelo y poder





Imagen 4.31. Montaje y diseño del objeto “Habitáculo” de Bruno Munari. Fuente: Nalomu. (s. f.). Habitáculo - Bruno Munari. Habitáculo. Recuperado 4 de junio de 2021, de <https://www.slideshare.net/nalomu99/habitaculo-2>



sacarlos, se crea un subespacio en una cota ligeramente inferior.

De la misma forma muebles como el “Habitáculo” de Bruno Munari, son un ejemplo de diseño de mobiliario, versátil, adaptable y que solventa todas las necesidades y servicios básicos que necesita un niño de ocho años de edad.

Se trata de un espacio autónomo que alberga los equipamientos de librería, mesa de trabajo, cama, almacenaje e iluminación. Además, esta estructura debe ser flexible y personalizable por su dueño, sin obviar la capacidad lúdica de este objeto. Munari destaca el aspecto físico y psicológico, el uso de materiales apropiados y de bajo coste cuyo volumen sea lo más reducido posible y que resulten fáciles de transportar y almacenar, además de contar con una iluminación y color apropiados. Temas extrapolables a otros diseños para niños.

La estructura debe adaptarse al usuario original de este objeto. Este ejemplo de Bruno Munari y el diseño del habitáculo es el concepto básico para el diseño de un mobiliario flexible y escalado a los niños, ya que el niño debe ser el centro del diseño. En la actualidad, y como hemos visto en este trabajo, el mobiliario de los centros de educación infantil generalmente mantiene una escala adecuada a los niños; sin embargo, los muebles no son flexibles, por lo que limitan las posibilidades de movimiento y por ende de aprendizaje de los niños.

#### 4.5 Conclusiones

Como se ha expuesto en los casos anteriores, la arquitectura tiene un papel fundamental en el desarrollo del aprendizaje. Con unos espacios educativos cuidados, flexibles y versátiles el aprendizaje de los alumnos mejora, ya que ofrece la posibilidad de desarrollar distintas actividades.



Imagen 4.32. Mueble flexible diseñado por Hertzberger en la escuela Delft. Fuente: Herman Hertzberger > Delft Montessori School | HIC Arquitectura. (s. f.). HIC arquitectura. Recuperado 7 de abril de 2021, de <http://hicarquitectura.com/2017/01/herman-hertzberger-delft-montessori-school/>

En este sentido, es necesario entender que un centro de educación es una edificación de referencia para su entorno cercanos, por lo que la creación de una barrera rígida tanto material como visual entre el barrio y el centro educativo carece de sentido. El diseño de un centro educativo adecuado es aquel que se encuentra conectado con su contexto físico y social, como los proyectos de escuelas extendidas de Hertzberger, en cuyos programas se proponen usos ajenos a la escuela, abriéndose a los habitantes del entorno, revalorizando y activando al barrio.

También es indispensable el entendimiento de los espacios comunes de la escuela, como espacios de oportunidad para aprender. Estrategia como las calles y plazas de aprendizaje, ofrecen espacios multifuncionales de un gran valor didáctico, y superan los espacios meramente funcionalistas de la arquitectura docente tradicional.

En cuanto a las aulas, a diferencia del espacio único rectangular y homogéneo de la arquitectura docente tradicional, y volviendo al concepto de escuela como ciudad, el aula, al igual que una casa, debe contener espacios diferentes y flexibles que permitan tanto el desarrollo de la individualidad y la concentración como la colectivización y la socialización de los alumnos para incentivar la ganas de aprender de los niños.

Imagen 4.33. Espacio destinado a los niños compuesto por mobiliario de madera flexible. Fuente: Migliani, A. (2020, 2 octubre). Arquitectura de madera para niños: Diseñando espacios cálidos y lúdicos. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/940091/arquitectura-de-madera-para-ninos-disenando-espacios-calidos-y-ludicos>





## 5. LA ARQUITECTURA MODULAR PREFABRICADA EN EL ÁMBITO ESCOLAR



Imagen 5.1. Portada: Narellan Public School, clase desmontable,Kingsgrove North High School in December 1966. Fuente: Sydney and the Bush, p.242

	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	GENERACIÓN DE RESIDUOS	CAPACIDAD DE TRANSPORTABILIDAD	MARGEN DE ERROR
ARQUITECTURA TRADICIONAL				CENTÍMETROS
ARQUITECTURA MODULAR PREFABRICADA				MILÍMETROS

Imagen 5.2. Esquema de ventajas de la arquitectura modular prefabricada frente a la arquitectura tradicional. Fuente: Elaboración propia.

Una de las grandes dificultades que deben afrontar no solo las administraciones públicas sino también las empresas privadas del ámbito de la educación es proporcionar unas dimensiones adecuadas a los edificios destinados a la docencia durante el proceso de diseño. Para las arquitecturas docentes uno de los objetivos a alcanzar es que puedan adaptarse a las distintas necesidades que surjan con el paso del tiempo, y que pueden estar condicionadas por aspectos como el número de alumnos, la edad del alumnado, el mobiliario empleado o incluso cambios de uso de determinados espacios.

Casi la totalidad de los edificios con fines docentes en nuestro país sigue el sistema de construcción tradicional que, a menudo impide que los centros puedan adaptarse a estas necesidades sin llevar a cabo grandes cambios en los edificios (desde el punto de vista estructural, por ejemplo). En este sentido, es necesario tener en cuenta que la realización de obras

implica ciertas dificultades (como demoliciones, falta de espacio, modificaciones que ocupan un largo periodo de tiempo, etc.) que interrumpen el adecuado desarrollo de la actividad docente. Estas obras, además, suponen un elevado coste económico.

De esta forma, el uso de este sistema constructivo trae como consecuencia la imposibilidad de que estos edificios puedan avanzar de acuerdo a sus necesidades y, por tanto, quedan obsoletos en un determinado momento.

En este sentido, para acabar con los impedimentos que supone el sistema constructivo tradicional, es necesario tener en cuenta que la arquitectura modular prefabricada representa una solución que aporta diversas ventajas: permite el control total del proceso de construcción, es rápida de montaje, lo que puede suponer una ventaja económica y además, permite una cierta flexibilidad según las distintas necesidades

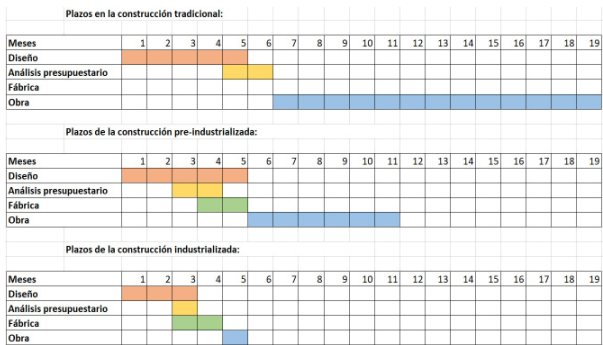


Imagen 5.3. Comparación de planning de fases constructivas entre la arquitectura modular prefabricada frente a la arquitectura tradicional. Fuente: Elaboración propia.

que se produzcan con el paso del tiempo. De esta forma, este tipo de arquitectura ofrece soluciones técnicas a los problemas que supone el sistema constructivo tradicional. De esta forma, no solo se ahorra tiempo, sino que también se utilizan elementos innovadores (para fachadas, pavimentos, aseos, vestuarios, etc.). Así, en el caso de querer modificar algún elemento del edificio, encontramos las siguientes ventajas:

- La docencia no se ve alterada.
- No se producen desechos o escombros.
- Las nuevas tecnologías permiten un mayor ahorro energético.
- Se emplean sistemas de climatización y de renovación de aire.
- Se utilizan materiales repelentes al polvo, ácaros y otros elementos que influyen directamente en la limpieza del edificio.



Imagen 5.4. Fachada del colegio modular prefabricado Exaneta fabricado por Cimpra en Barcelona. Fuente: Facilitado por Cimpra.

Asimismo, es importante destacar que, desde el punto de vista constructivo, no existen diferencias en cuando a calidad y seguridad. De hecho, podría decirse que la calidad media de los edificios modulares es mayor en comparación con la de aquellas construcciones basadas en el sistema tradicional.

Algunos países como Suecia, Finlandia, Noruega, Canadá y Estados Unidos ya utilizan la arquitectura prefabricada en guarderías, colegios, institutos, universidades, residencias para estudiantes, etc. Así, se consigue una mayor integración del edificio con el entorno. Si fuese necesario modificar su ubicación o realizar una reforma, esto no influiría en la correcta actividad educativa.

En los edificios públicos, el diseño es un aspecto de gran importancia, sobre todo si estos van a ser utilizados por niños, donde la seguridad representa un pilar fundamental para evitar im-





Imagen 5.5. De izquierda a derecha: Aula tipo prefabricada y zonas comunes pertenecientes al colegio Exaneta en Barcelona. Fuente: Facilitadas por Cimpra.

previstos. Por esta razón, se utilizan materiales que ofrezcan resistencia técnica y seguridad (como materiales vinílicos, de plástico de alta intensidad, de fibras, de madera, etc.) en el revestimiento de las paredes, sistemas de aperturas de puertas o instalación de baños.

Así pues, puede considerarse que el uso de la arquitectura prefabricada es la solución más idónea para la creación de un espacio seguro, cómodo y estable en centros escolares. Además, la posibilidad de construir estos edificios también en altura representa una ventaja que iguala a la construcción tradicional, pues se ahorra espacio del suelo y, como consecuencia,

este puede utilizarse para otros fines.

La facilidad de montaje y desmontaje de este tipo de módulos permite que tras haber cumplido su ciclo de vida puedan ser trasladados a otros emplazamientos para continuar con su función, o incluso albergar un uso diferente.<sup>28</sup>

28 C. (2020, 10 septiembre). La arquitectura modular industrializada en el sector de la educación. Construcciones Prefabricadas Sevilla - Módulos Prefabricados Sevilla - Módulos Prefabricados Alcorcón - Módulos Prefabricados Las Rozas - Módulos Prefabricados Valencia - Módulos Prefabricados Málaga - Casetas de Obra Móstoles - Casetas de Obra Málaga - Casetas de Obra Valencia - Casetas de Obra Sevilla - Construcciones Prefabricadas Málaga - Construcciones Prefabricadas Valencia - Oficinas Prefabricadas Sevilla - Oficinas Prefabricadas Málaga - Oficinas Prefabricadas Valencia - Casetas de Obra Las Rozas. <https://cimpra.es/la-arquitectura-modular-industrializada-en-el-sector-de-la-educacion/>

### 5.1 Casos de estudio

A continuación se expondrá seis casos de estudios diferentes en los cuales el sistema constructivo principal es el modular prefabricado:

Los proyectos que ha continuación se van a analizar están escogidos por ser todas escuelas modulares, que tienen distintas escalas de proyectación. la escala mayor y más ambiciosa es la relacionada con el programa de escuelas prefabricadas desarrollado después de la segunda guerra mundial en Inglaterra en la región de Bedfordshire. Este proyecto aborda la implantación de un modelo flexible y modular de colegios completos a nivel territorial.

En una segunda escala se analizarán tres proyectos el Colegio Santa Mónica, el Edificio de educación infantil y guardería en Zaldibar y la Escuela preescolar “Mi Jardín Montessori” , todos edificios escolares completos pero que también trabajan con sistemas modulares prefabricados investigando diferentes cuestiones. El primero

aborda la reflexión sobre la piel del edificio desde estrategias, perceptivas y de sostenibilidad, a través de paneles de policarbonato.

El edificio de infantil y guardería en Zaldibar explora las posibilidades de la construcción prefabricada en madera y formalmente, el imaginario infantil vinculado a lo doméstico.

La escuela “Mi jardín Montessori”, explora las posibilidades de una construcción modular metálica, ligera y transparente, que establezca un vínculo indisoluble entre el interior de las aulas y el exterior de un jardín fuertemente formalizado, a través de elementos pérgola que cualifican el espacio exterior.

Por último en una escala mas pequeña el proyecto “Schools to go”, un sistema realizado con contenedores que diseña elementos para unirlos y convinarlos, ofreciendo un interesante repertorio de espacios docentes , flexibles y transportables.



Imagen 5.6. Niño Jugando en el espacio libre de la escuela Brunswick North West Primary School, 1973. Fuente: Cook, H. (2016, 10 septiembre). What do changes in how schools are designed say about our approach to education? The Age. <https://www.theage.com.au/national/victoria/what-do-changes-in-how-schools-are-designed-say-about-our-approach-to-education-20160909-grd0dr.html>

### LAS ESCUELAS DE HERTFORDSHIRE

Tras la II Guerra Mundial, en Hertfordshire (Inglaterra), debido al aumento de la natalidad y la necesidad de reconstruir más de 5000 escuelas que habían sido destruidas a causa de la guerra, surge un programa que se tomó como modelo en todo el mundo para proyectar y construir centros educativos modulares<sup>29</sup>.

Este programa pionero en Europa se basaba en el trabajo en equipo y la colaboración entre distintas entidades y disciplinas: constructores, asesores, proyectistas, usuarios, pedagogos etc. De esta forma, se creó un sistema basado en la prefabricación de componentes de los edifi-

cios escolares, lo que permitía el uso de partes intercambiables que podían ser ensambladas según las necesidades. El sistema aparte de ser un proyecto colectivo, fue evolucionando y mantuvo su carácter experimental incorporando mejoras a lo largo del tiempo basadas en la experiencia de los modelos ya construidos. El primer sistema evolucionó en un sistema prefabricado más complejo llamado sistema CLASP, que permitía una modulación también en altura.<sup>30</sup>

Este sistema además se apoyaba en modelos educativos progresistas que reclamaban cuestiones como la versatilidad espacial de la aulas, permitiendo una mayor movilidad de los niños, la incorporación del color y la fluidez espacial,

29 OSUNA REDONDO, Roberto. "Las escuelas de Hertfordshire. ¿Un arte de construir en equipo?. Cuadernos de nota, n°8, p115. (En línea) (Consultado 18 de marzo 2021). Disponible en :<http://polired.upm.es/index.php/cuadernodenotas/article/viewFile/831/847>

30 POZO BERNAL, Melina. La disolución del aula. Mapa de espacios arquitectónico para un territorio pedagógico. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. p.475. <https://idus.us.es/handle/11441/70988>

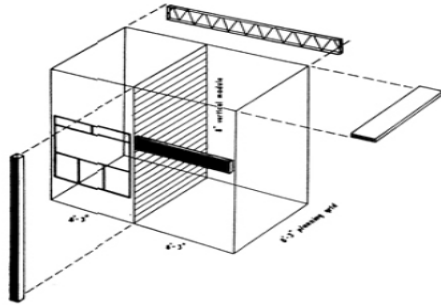


Imagen 5.7. Esquema de la malla horizontal de 8' 3" y el módulo vertical de 8". Fuente: OSUNA REDONDO, R. O. R. (s. f.). Detalles de autor/a. CUADERNO DE NOTAS 8. Recuperado 15 de junio de 2021, de <http://polired.upm.es/index.php/cuadernodenotas/search/authors/view?firstName=Roberto&middleName=&lastName=Osuna%20Redondo&affiliation=&country=>

así como una mayor relación del aula con los espacios exteriores.

Desde el punto de vista arquitectónico, podría decirse que estos edificios modulares se basaban en una malla horizontal de 2.5 metros aproximadamente, cuya apariencia era muy variada y se alejaba, por tanto, de la monotonía que normalmente se asocia con la prefabricación.

Este tipo de edificios contaban con dos elementos principales. Por un lado, una estructura metálica formada por soportes de sección cuadrada y vigas de celosía. Estos servían de apoyo para los forjados que se elaboraban con las placas prefabricadas. Por otro lado, los cerramientos exteriores se componían de paneles y ventanas de distinta apariencia, lo que permitía la adaptación a nivel formal de los edificios a diferentes situaciones.

La diversidad de diseños y la capacidad de

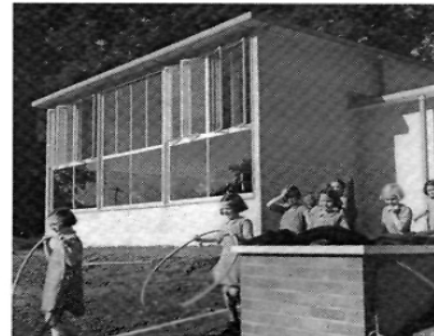
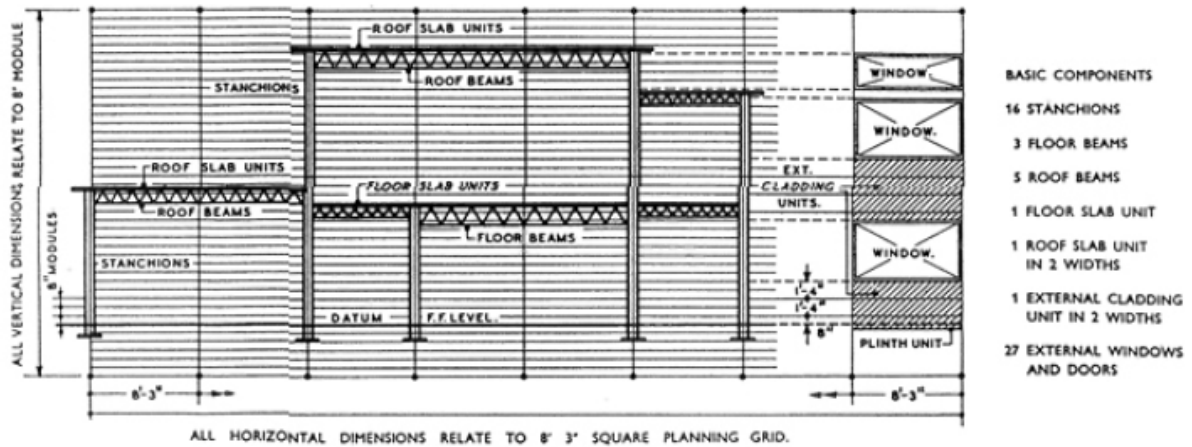


Imagen 5.8. Niños jugando en el patio de la escuela Essendon. Fuente: OSUNA REDONDO, op. cit.

adaptación del sistema a diferentes situaciones será una de las características más importantes del sistema. Así, estos proyectos pueden describirse como unos edificios de una planta sin una forma preconcebida. Para su construcción, el emplazamiento era un pilar fundamental, pues se tenía como objetivo ofrecer cierta informalidad (un rasgo propio de la época).

En cuanto al interior, el aspecto principal es el aula y el confort. En ellas, se utilizaron colores primarios, que otorgaba un aspecto alegre. Además, se implementaron avances tecnológicos, algo novedoso en aquella época.

Estas escuelas, que aún se utilizan, representan no solo un gran ejemplo de las recomendaciones ofrecidas por los legisladores de Inglaterra tras la guerra, sino también de la llegada de una nueva forma de concebir un centro educativo.



- BASIC COMPONENTS**
- 16 STANCHIONS
  - 3 FLOOR BEAMS
  - 5 ROOF BEAMS
  - 1 FLOOR SLAB UNIT
  - 1 ROOF SLAB UNIT IN 2 WIDTHS
  - 1 EXTERNAL CLADDING UNIT IN 2 WIDTHS
  - 27 EXTERNAL WINDOWS AND DOORS

Imagen 5.9. Sistema general de construcción de las escuelas de Hertfordshire. Fuente: OSUNA REDONDO, R. O. R. (s. f.). Detalles de autor/a. CUADERNO DE NOTAS 8. Recuperado 15 de junio de 2021, de <http://polired.upm.es/index.php/cuadernodenotas/search/authors/view?firstName=Roberto&middleName=&lastName=Osuna%20Redondo&affiliation=&country=>

#### 8. Plantas de las escuelas de Essendon (izquierda) y Cheshunt (derecha).

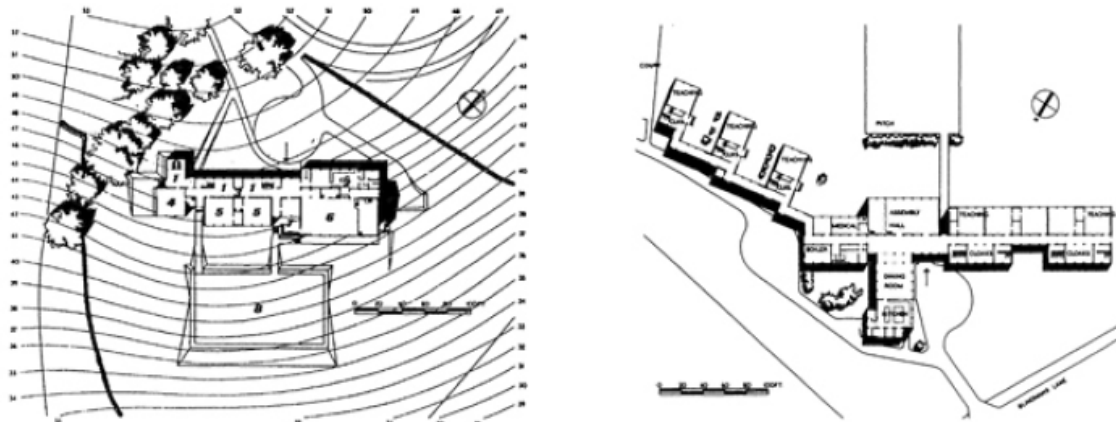


Imagen 5.10. De izquierda a derecha: Planta de la escuela de Essendon y planta de la escuela Cheshunt. Fuente: OSUNA REDONDO, R. O. R. (s. f.). Detalles de autor/a. CUADERNO DE NOTAS 8. Recuperado 15 de junio de 2021, de <http://polired.upm.es/index.php/cuadernodenotas/search/authors/view?firstName=Roberto&middleName=&lastName=Osuna%20Redondo&affiliation=&country=>





Imagen 5.11. De arriba a abajo: Planta del centro Santa Mónica de Madrid. Fotografía de unos de los espacios libres del centro. Fuente: Lopez, L. (2021, 8 marzo). PREMIO MAT-COAM DE SOSTENIBILIDAD PARA EL COLEGIO SANTA MONICA. Sumplastecnic - Suministros plásticos técnicos. <https://www.sumplastecnic.es/premio-mat-coam-de-sostenibilidad-para-el-colegio-santa-monica/>

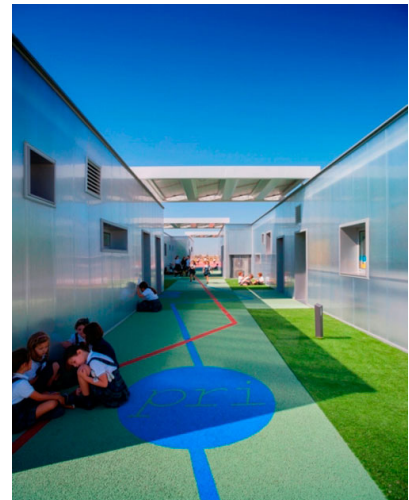




Imagen 5.12. Zona de acceso del centro educativo Santa Mónica. Fuente: La construcción del colegio Santa Mónica | ALGECO. (s. f.). Algeco. Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://www.algeco.es/actualidad/la-construccion-del-colegio-santa-monica>

### COLEGIO SANTA MÓNICA

*Superficie: 865 m<sup>2</sup>*

*Ubicación actual: Rivas-Vaciamadrid*

*Estado: Construido*

*Año de construcción:*

*Tipología: Construcción modular reubicable*

*Tiempo de ejecución in situ: 3.5 meses*

El proyecto consiste en el diseño y la construcción de un centro de educación de infantil y primaria de nueva planta debido a la gran demanda de escolarización del municipio de Rivas-Vaciamadrid.

El principal reto del proyecto fue el planteamiento de un sistema constructivo diferente del tradicional. para ello se optó por el uso de una arquitectura modular prefabricada de la empresa especializada en sistemas modulares Algeco. La utilización de este sistema constructivo facilitó la rapidez de ejecución. Gracias a este tipo de ar-

quitectura, mientras se procedían a solicitar los diferentes trámites (como la licencia de obras), el proceso de fabricación de estos módulos ya estaba en marcha, lo que permitió la puesta en uso del centro escolar en un tiempo aproximado de cuatro meses, así como construir un centro flexible y sostenible cuyos residuos generados fueron mínimos.

El espacio del colegio se desarrolla en una planta en su totalidad y está formado por once aulas, organizadas en tres edificios independientes. De estas once aulas, tres son para educación infantil, cuatro son para el primer curso de primaria y otras cuatro para el segundo curso de primaria. Asimismo, el centro también cuenta con un comedor con cocina y una zona administrativa con un hall en el acceso principal del centro. La zona infantil se encuentra en la zona norte del edificio. Las aulas son el módulo generador de cada uno de los edificios en los que se desarrolla el colegio. Estas aulas tienen un doble



Imagen 5.13. Aula tipo del centro educativo Santa Mónica. Fuente: La construcción del colegio Santa Mónica | ALGECO. (s. f.). Algeco. Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://www.algeco.es/actualidad/la-construccion-del-colegio-santa-monica>

acceso directo al patio, que se cubre con una cubierta agupando la entrada de varias aulas, eliminando la existencia de pasillo e incorporando los espacios entre edificios como recorridos exteriores.

El proyecto centra su investigación en la singularidad de la piel de los edificios. La proporción y la cantidad de huecos de la fachada varían dependiendo del uso interior y de la orientación de las aulas, que, en este caso, se corresponde con la orientación norte-sur y permiten la ventilación cruzada de todas las estancias.

Como se puede ver en el diagrama, el área central utiliza dos tipos de modulaciones: la primera (modulación A) tiene las siguientes dimensiones: 9,00x 3,15x 2,75 metros (largo, anchura, altura). Las dimensiones del otro módulo (modulación B) son: 7,00x 3,15x 2,75 metros (largo, anchura, altura). De los 29 módulos en total, 19 son del tipo A y 10 del tipo B.

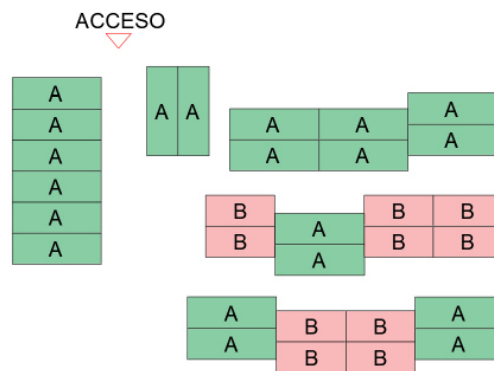


Imagen 5.14. Modulación del centro educativo Santa Mónica. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la estructura, esta se refuerza mediante una estructura auxiliar metálica. La envolvente del módulo consiste en el uso de panel sándwich de 70 mm en la cubierta, mientras que el uso de fachadas ventiladas en los elementos verticales terminadas con paneles de policarbonato traslúcidos permite una mayor entrada de luz y aislamiento. Además, el empleo de placas solares fotovoltaicas, una instalación basada en la aerotermia y el suelo radiante certifica la sostenibilidad del centro.

En los espacios exteriores, el gran retranqueo de las aulas de educación infantil con respecto al límite ofrece un gran espacio libre en el que los niños pueden jugar. La propia distribución de las aulas en planta y la materialidad de los pavimentos crean diferentes estancias exteriores a lo largo de los diferentes recorridos del colegio, incluso por medio de líneas de diferentes colores que remarcan dichos recorridos.



Imagen 5.15. De arriba abajo: Fotografía aérea, del pasillo principal, y desde el viario público exterior del centro educativo de Santa Mónica de Madrid. Fuente: Lopez, L. (2021, 8 marzo). PREMIO MAT-COAM DE SOSTENIBILIDAD PARA EL COLEGIO SANTA MONICA. Sumplastechnic - Suministros plásticos técnicos. <https://www.sumplastechnic.es/premio-mat-coam-de-sostenibilidad-para-el-colegio-santa-monica/>





Imagen 5.16. Fotografía del pasillo principal del centro educativo Santa Mónica de Madrid. Fuente: La construcción del colegio Santa Mónica | ALGECO. (s. f.). Algeco. Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://www.algeco.es/actualidad/la-construccion-del-colegio-santa-monica>



Imagen 5.17. Fotografía del interior del comedor del centro educativo Santa Mónica de Madrid. Fuente: M. (2021a, abril 26). Colegio Santa Mónica en Rivas-Vaciamadrid - Micole, los mejores colegios. Micole. <https://www.micole.net/madrid/rivas-vaciamadrid/colegio-santa-monica>







Imagen 5.18. Alzado principal del centro de educación infantil de Zaldibas. Fuente: Aguilar, C. (2020, 3 febrero). Nuevo edificio educación infantil y guardería en Zaldibar / Hiribarren-Gonzalez + Estudio Urgari. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-316649/nuevo-edificio-educacion-infantil-y-guarderia-en-zaldibar-hiribarren-gonzalez-estudio-urgari>

### EDIFICIO EDUCACIÓN INFANTIL Y GUARDERÍA EN ZALDIBAR

*Superficie: 663 m<sup>2</sup>*

*Ubicación actual: Kindergarten, Zaldibar, España*

*Estado: Construido*

*Año de construcción: 2013*

*Tipología: Construcción prefabricada reubicable*

*Tiempo de ejecución in situ: 2 meses*

Esta propuesta de escuela prefabricada cuenta con una superficie de unos 600 m<sup>2</sup> y está formada por dos módulos independientes. Dado que se presentan en forma de L y bordean los límites de la parcela, es posible crear tres áreas de juegos, según la edad de los niños. Así, se distinguen tres grupos de niños: de 0 a 2 años, de 2 y 3 años, y de 3 a 6 años. Existen accesos al norte y al sureste de la escuela infantil.

Este proyecto tiene como objetivo adaptar el-

complejo escolar al imaginario infantil. Por este motivo, se formaliza el edificio con un fuerte zigzag en las cubiertas que, combinado con ventanas de diferentes tamaños, colores y alturas, ofrece un aspecto de pequeñas casas. La entrada principal y el acceso al patio de recreo se encuentran cubiertos a modo de porche y se enmarcan mediante un color que caracteriza cada edificio. Así, se utiliza el fucsia para la guardería y el verde para educación infantil.

El complejo se divide en dos edificios independientes dispuestos en L y conectado por un patio acotado, que acogen los dos programas del mismo. La guardería y el espacio de infantil.

A nivel espacial se trata de dos edificios compactos, en los cuales las aulas constituyen el uso principal, pero se alternan con el resto de usos de apoyo al programa. Se minimizan los recorridos y se vuelve a situar en la envolvente parte de la investigación, tanto por su material-

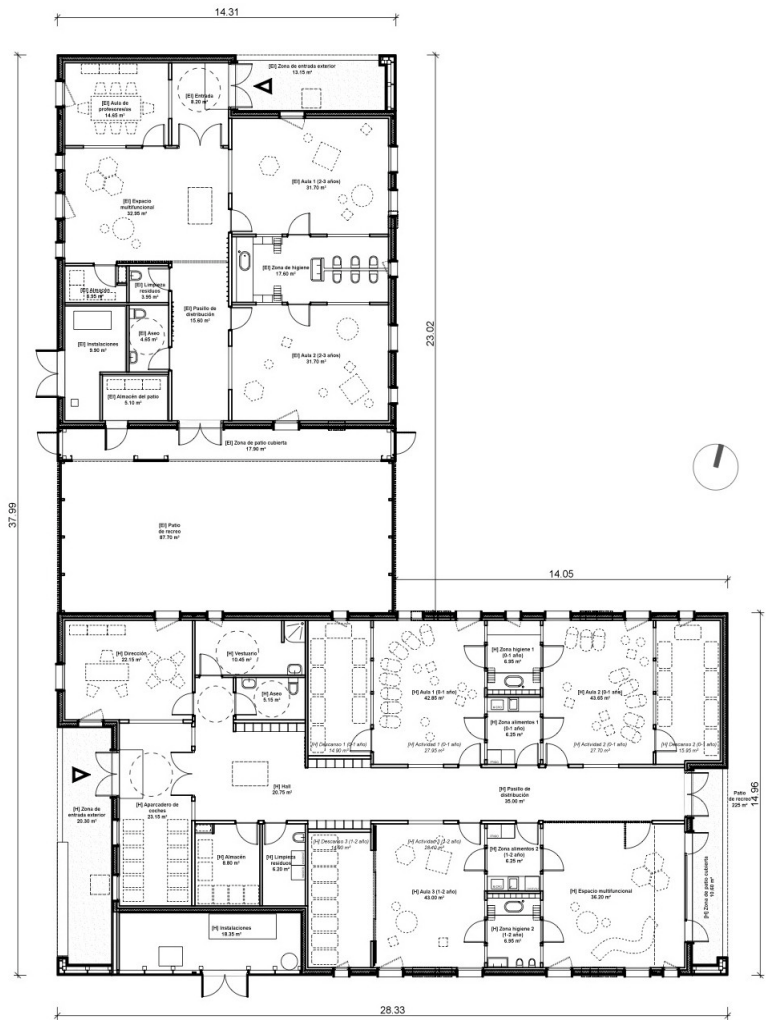


Imagen 5.19. De derecha a izquierda y de arriba a abajo: Planta, mobiliario del patio e instalación del cerramiento del centro de educación infantil de Zaldibas. Fuente: Aguilar, C. (2020, 3 febrero). Nuevo edificio educación infantil y guardería en Zaldibar / Hiribarren-Gonzalez + Estudio Urgari. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-316649/nuevo-edificio-educacion-infantil-y-guarderia-en-zaldibar-hiribarren-gonzalez-estudio-urgari>



Imagen 5.20. De izquierda a derecha: Patio trasero e interior de un aula del centro de educación infantil de Zaldibai. Fuente: Aguilar, C. (2020, 3 febrero). Nuevo edificio educación infantil y guardería en Zaldibai / Hiribarren-Gonzalez + Estudio Urgari. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-316649/nuevo-edificio-educacion-infantil-y-guarderia-en-zaldibai-hiribarren-gonzalez-estudio-urgari>

dad, como se verá a continuación, como por el cuidado diseño de huecos. Estos elementos de diferentes tamaños, alturas y colores, cualifican el edificio tanto en el exterior como en el interior, y adaptan su altura y escala a la de los pequeños usuarios del colegio.

El sistema utilizado en la construcción de este edificio es un sistema basado en la prefabricación de paneles estructurales de madera, que se corresponden con la fachada, las particiones interiores, la cubierta y el revestimiento. Estos paneles se diseñan en fábrica, lo que conduce no solo a una obra limpia que apenas genera residuos, sino también a una reducción en el coste y el tiempo de ejecución.

El diseño del edificio se ha definido desde el punto de vista ecológico. Se han tenido en cuenta diversos aspectos, como la orientación, el aprovechamiento de la luz solar, el aislamiento térmico, la impermeabilización, el uso de mate-

riales locales, etc. En este sentido, la madera de pino radiata, protagonista absoluta del diseño, es un material ecológico y reciclable que ofrece buenos resultados a nivel técnico, acústico y aislante; por tanto, se reduce el consumo de energía.

Asimismo la disposición de las ventanas permiten una gran entrada de luz natural. Además, los marcos de las ventanas están diseñados para controlar la radiación que incide. En cuanto a las instalaciones, se instala suelo radiante, lo que también permitirá ahorrar energía. La energía utilizada para la calefacción como para el agua caliente sanitaria será la biomasa. De esta forma, podemos comprobar que se han tomado decisiones que buscan un único objetivo: reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono, favorecer la economía local y la calidad de vida de los usuarios.





Imagen 5.21. Alzado principal del centro de educación infantil Mi Jardín Montessori en Vietnam. Fuente: Caballero, P. (2020, 11 diciembre). Escuela preescolar «Mi Jardín Montessori» / HGAA. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa>

### *ESCUELA PREESCOLAR “MI JARDÍN MONTESSORI”*

*Superficie: 600 m2*

*Ubicación actual: Ha Long City, Quang Ninh, Vietnam*

*Estado: Construido*

*Año de construcción: 2020*

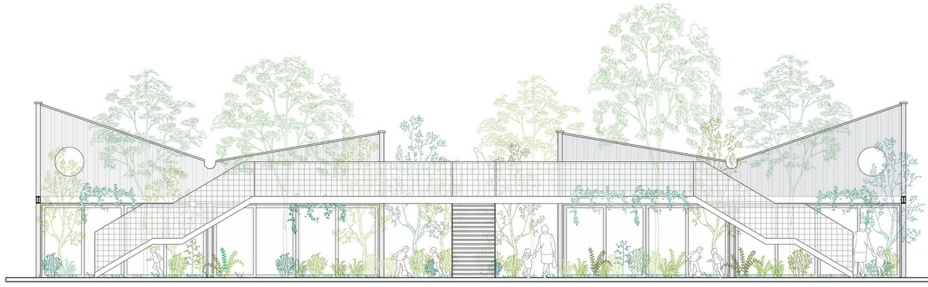
*Tipología: Construcción prefabricada reubicable*

*Tiempo de ejecución in situ: 2 meses*

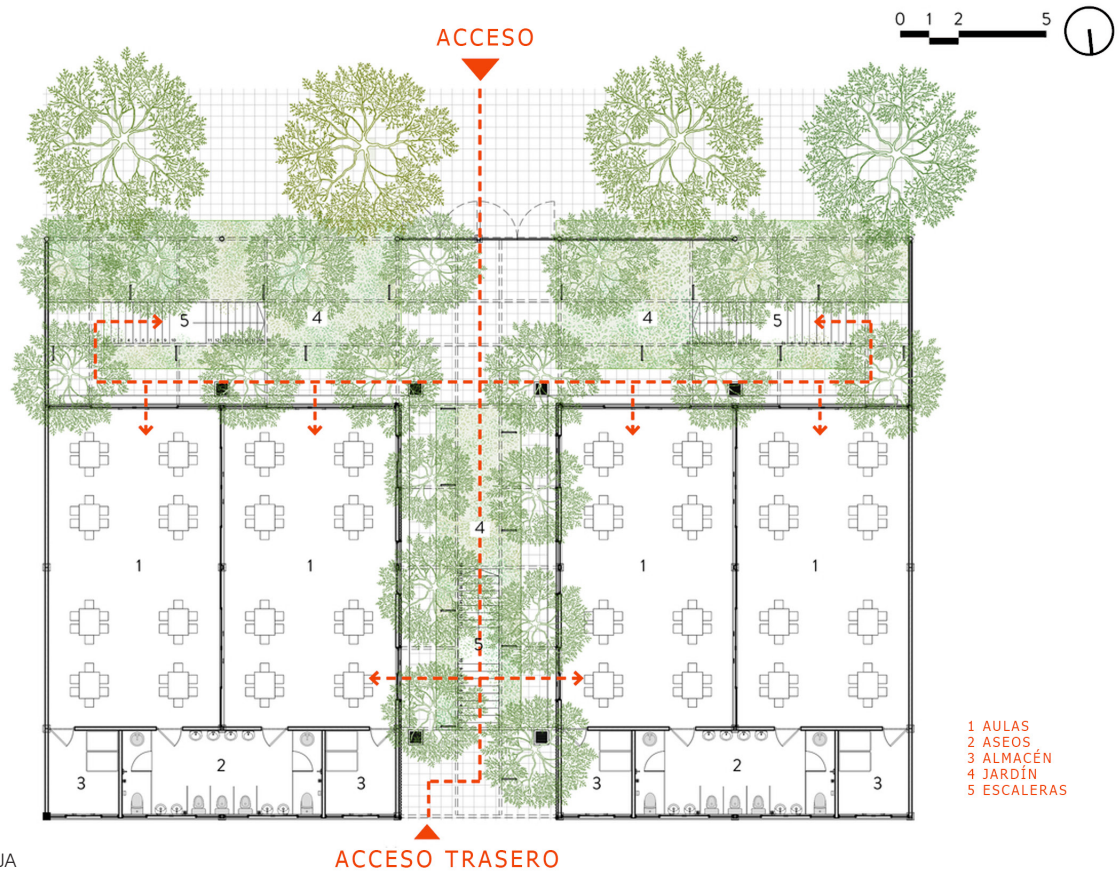
La escuela preescolar “Mi jardín Montessori” se encuentra situada en Ha Long (Quang Ninh, Vietnam). Se trata de una escuela provisional, ya que el terreno donde se implanta es alquilado por un periodo de tiempo que comprende entre 5 y 10 años. Esta circunstancia fuerza a una estrategia proyectual que se plantea una construcción rápida, que no tenga un gran impacto en el terreno y que, en el momento oportuno, sea posible reubicar en otro lugar.

La escuela se compone de dos elementos modulares, formados por dos aulas cada uno, conformados por una estructura de acero y rodeados por dos jardines: uno de los jardines al fondo de la parcela, consta de grandes árboles, mientras que el otro, perimetral a las aulas, se compone de plantas trepadoras y huertos. Los dos módulos principales, además, se encuentran conectados por escaleras que forman un circuito cerrado en la cota superior y pone a los niños en contacto con las plantas de sendos jardines. De esta forma, los niños disponen de más espacio para moverse, en el que pueden ver cómo evolucionan las plantas, cuidar de flores, verduras y frutas.

Aunque el solar solo tiene 600 m2, más de la mitad del terreno formará parte del jardín, por lo que, así, se creará un espacio en el que los niños formarán parte de un aprendizaje cercano a la naturaleza, a diferencia de las clases convencionales.



ALZADO



PLANTA BAJA

Imagen 5.22. Alzado principal y planta baja del centro de educación infantil Mi Jardín Montessori en Vietnam. Fuente: Caballero, P. (2020, 11 diciembre). Escuela preescolar «Mi Jardín Montessori» / HGAA. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa>





Las aulas construidas de manera ligera, son espacios conectados visualmente entre sí y con el jardín, de forma que interior y exterior son parte del mismo espacio docente. El cuidado tratamiento del jardín, desarrollado en el plano del suelo y en la cubierta vegetal, crean un microclima envolvente que proporciona un ambiente fresco y tranquilo. Así, el aula se encuentra en el núcleo del jardín. Esto contribuye a mejorar de la calidad de los espacios educativos y ofrece una inspiración para los niños, adultos en el futuro.

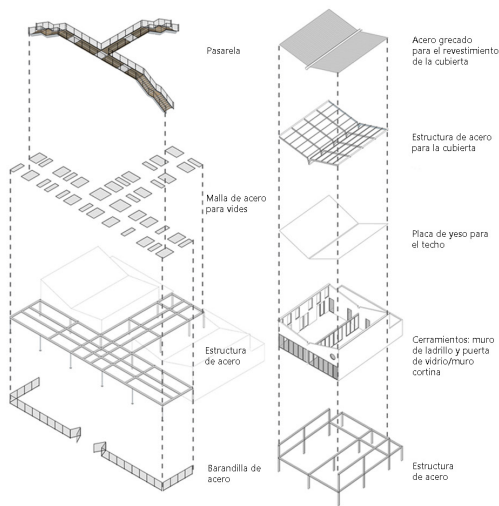
Imagen 5.23. Interior de aula del centro de educación infantil Mi Jardín Montessori en Vietnam. Fuente: Caballero, P. (2020, 11 diciembre). Escuela preescolar «Mi Jardín Montessori» / HGAA. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa>



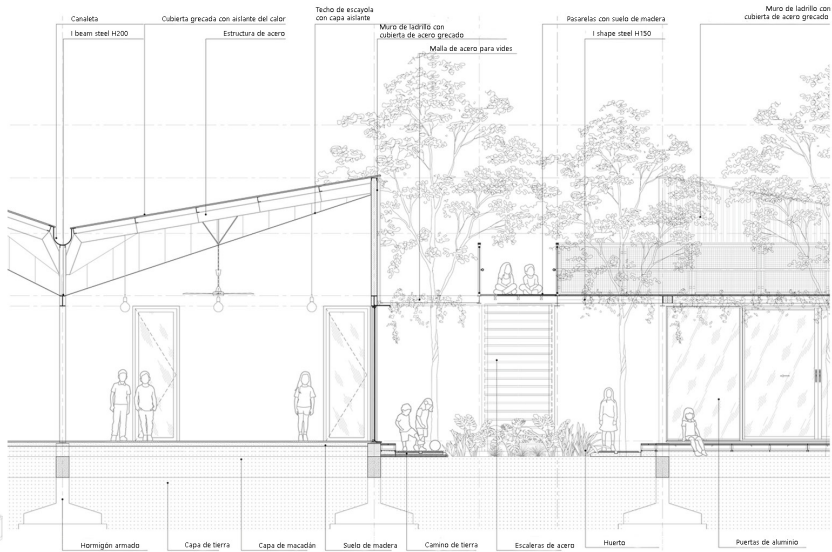
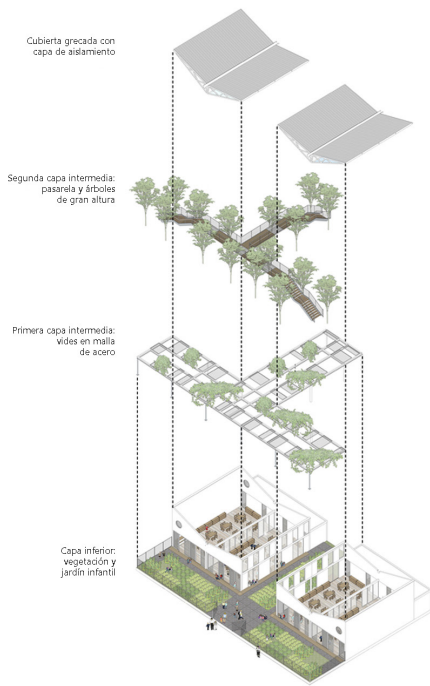
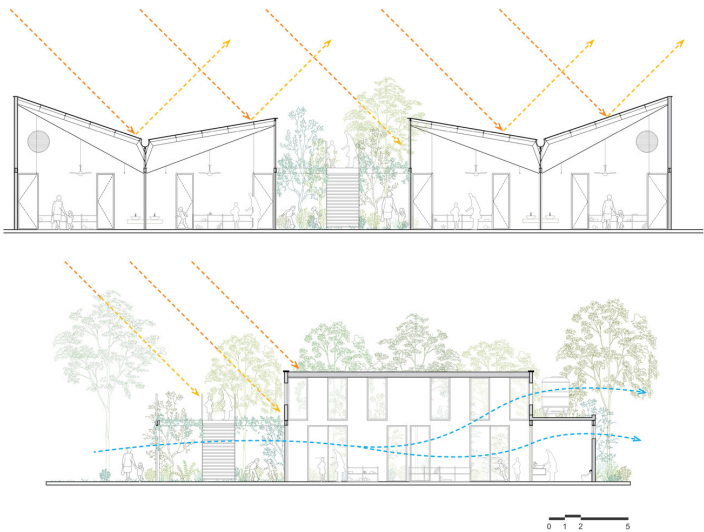
Imagen 5.24. De izquierda a derecha: Diagrama estructural, de ventilación y soleamiento, proyectual y sección constructiva del centro de educación infantil Mi Jardín Montessori en Vietnam. Fuente: Caballero, P. (2020, 11 diciembre). Escuela preescolar «Mi Jardín Montessori» / HGAA. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa>

Imagen 5.25. Niños en el jardín del centro de educación infantil Mi Jardín Montessori en Vietnam. Fuente: Caballero, P. (2020, 11 diciembre). Escuela preescolar «Mi Jardín Montessori» / HGAA. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa>





Estructura



Sección 2



Imagen 5.26. De arriba abajo: Modelos digitales de la propuesta y guía de transporte y montaje. Fuente: Turner, T. (2015, 16 octubre). Schools To-Go! Yanko Design. <https://www.yankodesign.com/2015/10/16/schools-to-go/>

### *SCHOOLS TO-GO!*

*Superficie: Sin determinar*

*Ubicación actual: Sin determinar*

*Estado: Fase proyecto*

*Tipología: Construcción modular reubicable*

*Tiempo de ejecución in situ: 1 mes*

Boxschool es una escuela modular concebida para los niños de áreas rurales en desarrollo que todavía no tienen acceso a numerosos recursos educativos.

Boxschool emplea contenedores, mejorando su sostenibilidad mediante el uso de materiales modulares no solo en el exterior, sino también en el interior de estos contenedores (módulos de marco exterior, paneles, paneles solares, cañaleras, tuberías, tanques, ventanas, muebles, etc.).

Constructivamente, el sistema es muy sencillo. La base de la construcción son dos contenedores, que se envuelven con una estructura auxiliar

que genera un espacio intermedio que cualifica y el espacio docente, tanto en su interior como en su imagen exterior.

Boxschool no solo ofrece una solución rentable, sino también eficiente, pues consta de un sistema de energía independiente que proporciona energía solar, agua limpia y una adecuada circulación de aire. Se utilizan 14 paneles en el techo que generan energía suficiente para poder utilizar un ordenador, un proyector, 8 luces LED y 10 tablets durante 6 horas. Asimismo, se dispone de agua limpia gracias a la recogida de agua de la lluvia y a la filtración de esta. Por otro lado, el sistema modular que emplea Boxschool es expandible, es decir, la flexibilidad de este sistema permite componer distintos espacios. Por ejemplo, dos unidades de contenedores pueden formar una espaciosa aula para 24 niños; tres unidades, un área de juegos; seis unidades, una amplia biblioteca, etc.



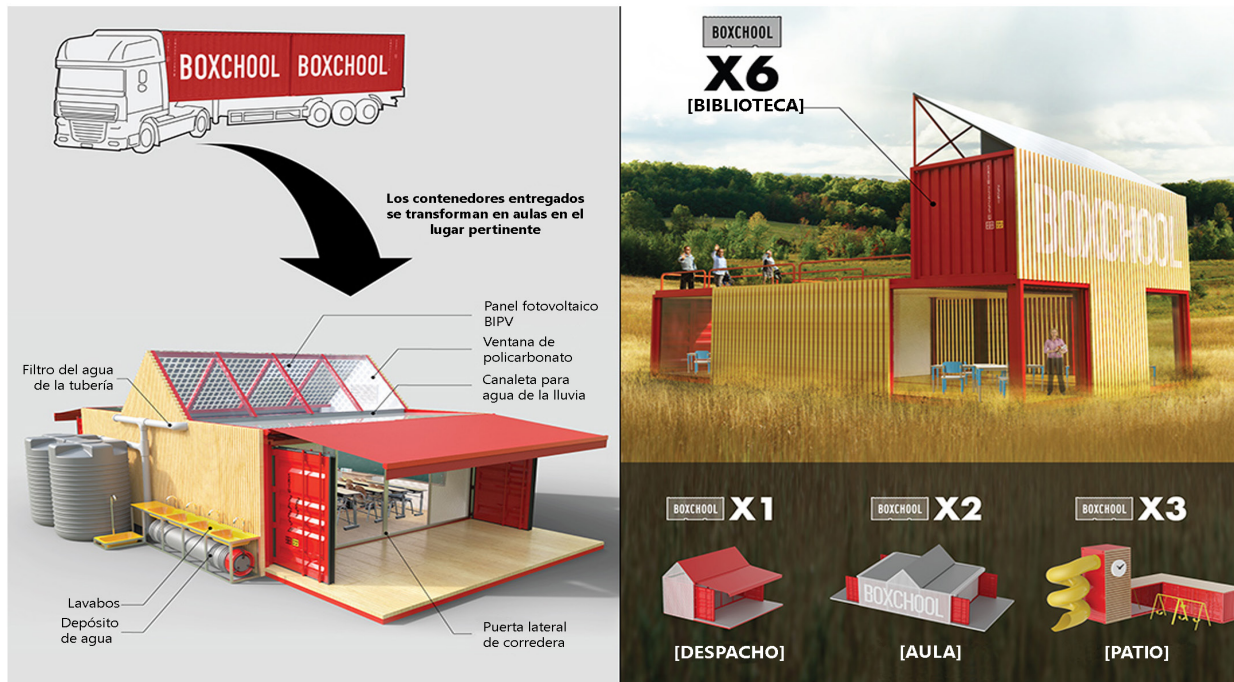
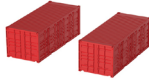
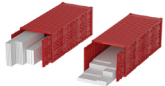
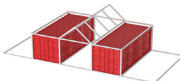
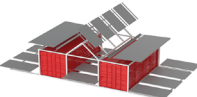



Imagen 5.27. De arriba abajo: Modelos digitales de la propuesta y guía de transporte y montaje. Fuente: Turner, T. (2015, 16 octubre). Schools To-Go! Yanko Design. <https://www.yankodesign.com/2015/10/16/schools-to-go/>


- 

**1. Envío**  
Se envían dos contenedores de Boxchool
- 

**2. Desempaquetado**  
Se desempaquetan los contenedores y se entregan todas las piezas para el montaje.
- 

**3. Ensamblaje del marco**  
Se instala la estructura auxiliar metálica apoyándose en la estructura del contenedor.
- 

**4. Colocación del panel**  
Se fija la pared/suelo/paneles solares al marco exterior.
- 

**5. Ejecución**  
Se completa una unidad de aula. Las piezas adicionales se pueden instalar.
- 

**6. Expansión**  
Con el uso de más unidades, es posible formar un centro educativo de mayor tamaño.

El análisis de los casos de estudio anteriores nos muestra algunas de las ventajas de la arquitectura prefabricada en el ámbito escolar.

El caso de las Escuelas de Hertfordshire, en donde se consigue la adaptabilidad del aula mediante la colocación en una determinada forma de los distintos módulos diseñados, nos sugiere que los módulos participantes de nuestro prototipo deben estar claramente determinados y caracterizados, de manera que, al alterar la secuencia de estos módulos, sea posible conseguir diferentes espacios educativos aptos para el desarrollo de cualquier tarea pedagógica.

La forma en la que se colocan las aulas con respecto al entorno interviene en la manera de relacionarse con este. En el proyecto de la escuela Santa Mónica de Madrid, se observa cómo, mediante el retranqueo de unas determinadas aulas, es posible crear diferentes estancias al aire libre con unas características propias. Ade-

más, al contar con cerramientos traslúcidos de diferentes colores, se crean espacios totalmente iluminados y la percepción del aula cambia con el paso del tiempo.

Al proyectarse unas aulas de emergencia, el emplazamiento de estas no se encuentra determinado, por lo que es necesario asegurar la propia autonomía de las aulas mediante el uso de energías sostenibles como es el caso del prototipo School To Go! Asimismo, al tratarse de una edificación temporal, el impacto sobre el emplazamiento debe ser mínimo. Por este motivo, resulta de gran interés el estudio de la escuela Mi jardín Montessori, en el que, además, se han diseñado espacios flexibles y versátiles mediante la implantación de vegetación.





Imagen 5.28. Logo de la empresa Cimpra. Fuente: <https://cimpra.es/>



Imagen 5.29. Alzado de la vivienda prefabricada "The force home" diseñada por el estudio Hombre de Piedra y fabricada por Cimpra. Fuente: Orive, J. O. (2020, 27 octubre). The Force Home – Hombre de Piedra Arquitectos. Javier Orive - fotógrafo de arquitectura. <https://www.javierorive.com/force-home/>

## 5.2 El modelo Cimpra

Para la construcción del prototipo de aula modular prefabricada, se ha contactado con la empresa sevillana CIMPRA Construcciones Prefabricadas. Esta empresa, especialista en construcciones prefabricadas de todo tipo, ha sido seleccionada por ser una empresa destacada y actualizada en el ámbito nacional. Además, dada su conexión con el puerto marítimo de Sevilla, también realizan el envío de los módulos por mar.

CIMPRA ha fabricado proyectos a gran escala como viviendas plurifamiliares, viviendas unifamiliares, centros educativos, edificios deportivos, edificios públicos, oficinas, laboratorios, restaurantes e incluso hospitales temporales, y suele colaborar con estudios de arquitectura de gran renombre como Hombre De Piedra Arquitectos (Sevilla).

La empresa CIMPRA fabrica una gran variedad de módulos estándar. Todos ellos cuentan con una estructura base formada por largueros de UPN200, sobre los cuales se montan pilares tubulares de chapa de acero de 100x100 mm de 2 mm de espesor. Estos módulos están pensados para funcionar tanto de manera aislada como adheridas por cualquiera de sus caras a otros módulos. De hecho, incluso es posible el apilamiento de hasta tres módulos, lo que permite una gran flexibilidad espacial.

### El Módulo

Partiendo de los módulos base, la empresa nos ofrece un alto grado de personalización de materiales y acabados de los módulos, permitiendo la adaptabilidad de estos a diferentes usos o al gusto del cliente.

Además, las instalaciones de la empresa permiten la fabricación y ensamblaje casi total de los



Imagen 5.30. Vivienda fabricada en serie por Cimpra. Fuente: <https://cimpra.es/>



Imagen 5.31. Escuela prefabricada "Marqués i Casals" fabricada por Cimpra en Terrassa, Barcelona. Fuente: Facilitado por Cimpra.



Imagen 5.32. Proceso de montaje y ensamblaje en taller y resultado final en el emplazamiento de un colegio en Jerez. Cádiz. Fuente: Facilitado por Cimpra.



ESQUEMA CONSTRUCTIVO MÓDULO PPREFABRICADO DE ACERO DE CIMBRA

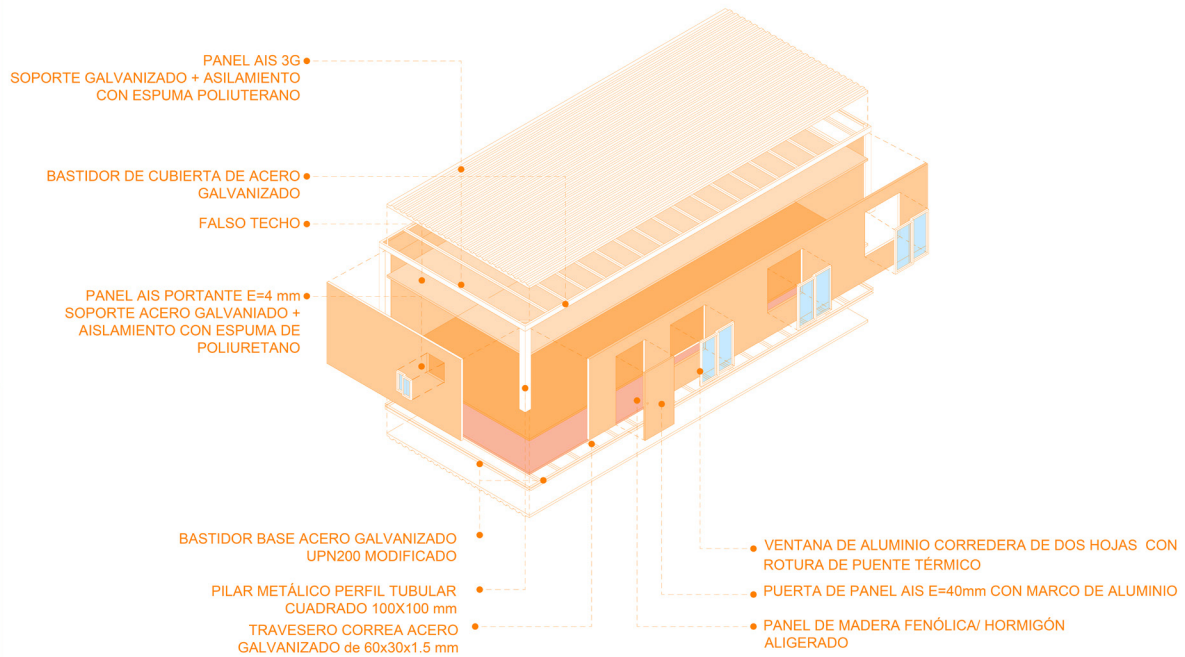


Imagen 5.33. De arriba abajo y de izquierda a derecha: Esquema constructivo y de acabados de los módulos estándar fabricados por Cimbra. Encuentro entre la estructura horizontal superior y el pilar reticular con remate del canalón de cubierta, Encuentro de la estructura horizontal inferior con el pilar, marzo, 2021. Fuente: Elaboración propia.

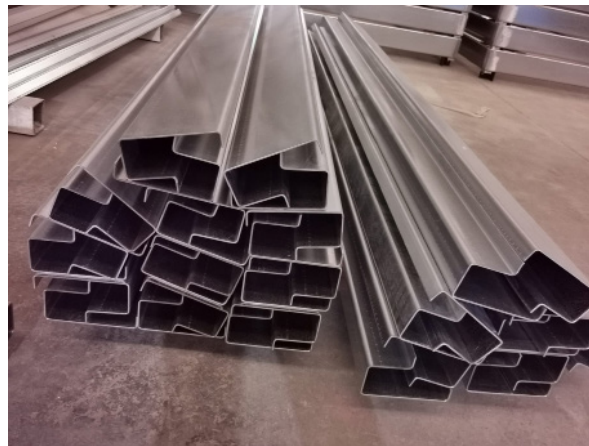
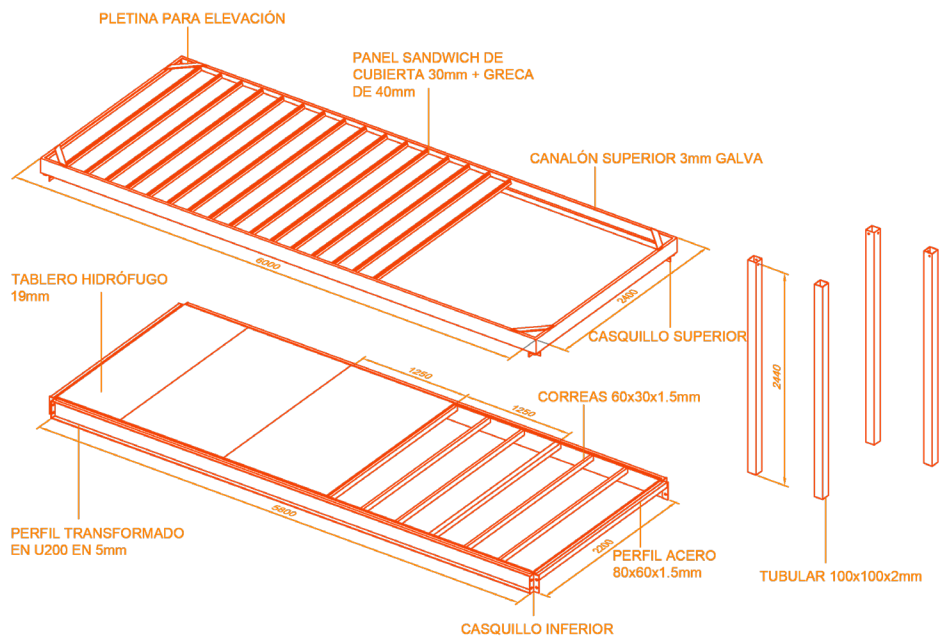


Imagen 5.34. De arriba abajo y de izquierda a derecha: Despiece estructural del módulo estándar fabricado por Cimpra. Operario de Cimpra revistiendo con un tablero de madera fónica la estructura horizontal inferior, además de acomodar la pendiente de la ducha. Largueros estructurales utilizados en los módulos de Cimpra. Fuente: Elaboración propia.



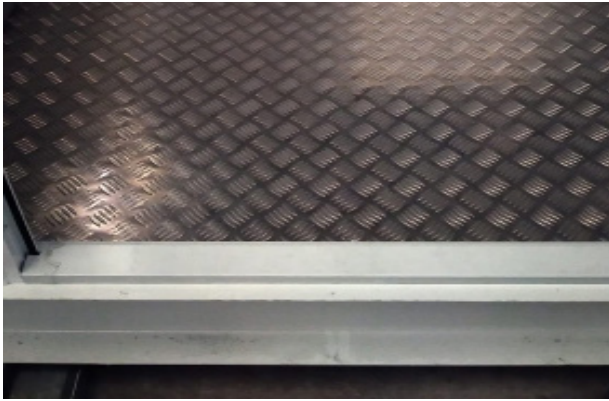


Imagen 5.35. Acabado optativo de pavimento formado por chapa metálica antideslizante del módulo de Cimpra. Fuente: Elaboración propia.

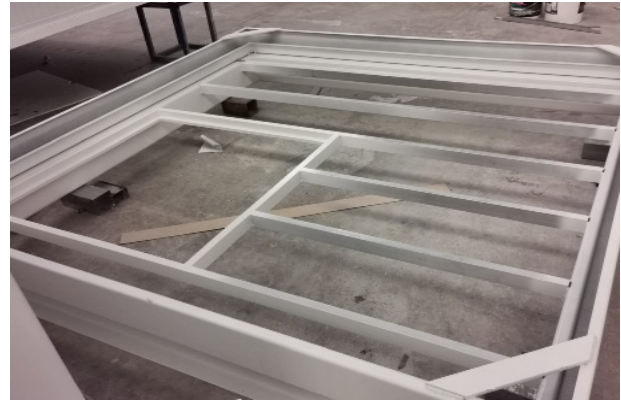


Imagen 5.36. Estructura horizontal superior del módulo Cimpra adaptado para un lucernario. Fuente: Elaboración propia.

módulos cuando la transportabilidad del módulo lo permite, lo que se reduce el fallo constructivo, los costes y los plazos de construcción.

En el caso de que estos módulos contengan instalaciones eléctricas, de saneamiento o de fontanería, dichas instalaciones y aparatos sanitarios saldrán ya instalados de la fábrica. Por otro lado, CIMPRA se encarga del transporte y la instalación en el emplazamiento de los módulos prefabricados. Para ello, se necesita una estructura auxiliar que refuerce la propia estructura para evitar desperfectos durante el transporte.

### Cimentación

Al ser una arquitectura ligera, su cimentación es superficial y liviana, por lo que, en algunos casos, una correcta compactación del suelo es suficiente, como cimentación de los módulos, ya que este sistema constructivo compacto está diseñado para que todas las cargas sean repar-

tidas por toda la base del módulo.

### Medidas y componentes

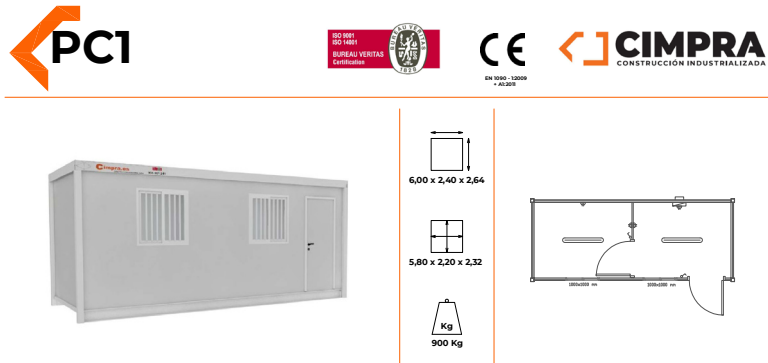
Las medidas de los módulos estándar son muy variadas partiendo del modelo P2400 con unas medidas exteriores de 2.40x2.40x2.64 metros (largo, ancho y altura), hasta los 8.00x2.40x2.64 metros (largo, ancho y altura) del modelo P8000. Todos los modelos intermedios mantienen la anchura y altura. En cuanto al peso de los módulos, estos oscilan entre los 535 kg y los 15.000 kg dependiendo del modelo elegido.

Los módulos se encuentran compuestos por la cubierta, la estructura, el cerramiento, las instalaciones y el suelo.

### Cubierta

La cubierta es plana y contiene una recogida de agua mediante canalones ocultos en los UPN, que conforman el perímetro. Estos canalones se





ELEMENTOS DEL MÓDULO    MODUL ELEMENTS    ÉLÉMENTS DE MODULE

**Estructura:** Estructura de base y cubierta electro-soldada, con vigas U200 longitudinales.

**Suelo:** Tablero fenólico antihumedad CTB-H 19mm. Revestimiento PVC electro-soldado (Sobrecarga 250 Kgr/m2).

**Cerramiento:** Panel sandwich de 40 mm. con acabado pintura prelacada ambas caras (fachada y cubierta).

**Carpintería Exterior:** (2) Ventanas correderas de dos hojas con cristal de 4 mm. en aluminio lacado blanco 1,00x1,00 m. (2) Rejas de seguridad. (1) Puerta exterior 0.80x2.00 m. forrada en panel.

**Carpintería Interior:** Tabiquería en panel sandwich. (1) Puerta de paso en aluminio.

**Electricidad:** (1) Caja de conexión exterior, cuadro de protecciones. (2) Luminarias 2x36W. (4) Bases de enchufe tipo SCHUKO. (2) Interruptores. Instalación vista por canaleta de PVC tipo UNEX.

**Structure:** Electro-welded base and roof structure, with U200 beams running lengthwise.

**Floor:** CTB-H 19 mm. moisture-proof phenolic board. Electro-welded PVC coating (Overload 250 Kg/m²)

**Wall Enclosure:** 30-70 mm. sandwich panel with pre-lacquered paint finish on both sides (sides and roof).

**Exterior Joinery:** (2) Two-panel sliding window with 4 mm. glazing, in white lacquered aluminium 1.00 x 1.00 m. (2) Steel safety 1.00 x 1.00 m. (1) exterior door 0.80 x 2.00 m. panel-lined.

**Interior Joinery:** sandwich panel walls. (1) doors with aluminium frames.

**Electricity:** (1) Exterior connection box, protector panel. (2) 2x36W lamp. (4) SCHUKO type electrical outlet base. (2) Light switch outside. Installation hidden by PVC UNEX type conduits.

**Structure:** Structure de la base et toit soudé, avec poutres U200 longitudinales.

**Sol:** Panneau phénolique anti-humidité CTB-H 19 mm. Revêtement PVC électrosoudé.

**Fermetures:** Façade panneau sandwich de 40 mm. avec finition peinture pré laquée deux faces et coeur de polyuréthane.

**Menuiserie Extérieure:** (2) Fenêtres coulissantes avec verre de 4 mm. et aluminium laqué blanc 1.00x1.00 m. (2) Grilles de sécurité 1.00x1.00 m. (1) Porte extérieure 0.80x2.10 et panneau.

**Menuiserie Intérieure:** Panneau sandwich. (1) Porte de passage en aluminium.

**Electricité:** (1) Caisson de connection extérieur avec cadre de protection (1) Luminaire 2x36W. (1) Prise de courant type SCHUKO. (1) Interrupteur. Installation visible par conduit de PVC type UNEX.

Construcción Industrializada Modular Prefabricada S.L.  
CIF B91848515  
Tlf: 955861241 | Email: cimptra@cimptra.es  
Apartado de correos: 272 | C/ Molares, km 1 | Utrera | Sevilla



Imagen 5.37. Ficha técnica tipo de los módulos estándar de Cimptra.Fuente: <https://cimptra.es/>



Imagen 00.Instalación de los módulos de la vivienda prefabricada "The force home" diseñada por el estudio Hombre de Piedra y fabricada por Cimptra sobre cimentación. Fuente: Orive, J. O. (2020, 27 octubre). The Force Home – Hombre de Piedra Arquitectos. Javier Orive - fotógrafo de arquitectura. <https://www.javierorive.com/force-home/>



Imagen 5.38.Operarios de Cimptra revistiendo con un tablón de madera fónica la estructura horizontal inferior. Fuente: Elaboración propia



Imagen 5.39. De izquierda a derecha: Módulo de baño con aparatos sanitarios ya instalados preparado para su transporte. Ejemplo de carpintería utilizada en los módulos Cimpra estándar. Instalación de fontanería y climatización integrada en un módulo personalizado destinado a una vivienda fabricada por Cimpra, marzo, 2021. Fuente: Elaboración propia.

conectan a un bajante de 50 mm de PVC que se encuentra en el interior de los pilares tubulares esquineros. El material que se utiliza en la cara exterior de la cubierta de los módulos base es el panel sándwich grecado, el cual es distinto al utilizado en los cerramientos verticales.

### Estructura

En cuanto a la estructura del módulo, esta consta de una parte horizontal formada por largueros UPN 200 modificado y travesaños de 80x60 mm de 1.5 mm de espesor con correas perpendiculares de 60x30 mm de 1.5mm de espesor. En lo referente a los pilares, estos se ubican en las esquinas del módulo con el objetivo de conseguir que las estructuras horizontales sean más rígidas y servir de espacio para los bajantes. La estructura portante vertical recae en el uso de panel sándwich ensamblado autoportante, por lo que es necesario reforzar la estructura del módulo mediante una estructura auxiliar para conseguir grandes huecos en algunas de las caras del módulo.

### Cerramiento

En cuanto al cerramiento, el módulo base usa paneles sándwich autoportantes de 40 mm de espesor. Este espesor puede aumentar con un acabado en pintura prelacada. También se pueden utilizar vidrios con carpinterías autoportantes y fachadas ventiladas de Alucoband, cerámicas o formica.

### Carpinterías

En cuanto a la carpintería exterior, dependiendo del modelo elegido constará de una o dos ventanas correderas de dos hojas con vidrio de 4 mm, en aluminio lacado en blanco de 1,00x1,00 metros. Cada ventana cuenta con unas rejas de seguridad. En cuanto a la puerta exterior, esta es de hierro y tiene unas dimensiones de 0,80x2,00 metros, forrada por panel sándwich.

### Solería

La materialidad del suelo consta de un tablero fenólico antihumedad CTB-H de 19 mm revestido de moqueta, corcho, parquet o PVC electro-soldado. Además, también se utiliza un hormigonado aligerado y solería de gres.

### Instalaciones

Todos los módulos cuentan con una instalación básica de electricidad, la cual viene predefinida por el modelo prefabricado. Sin embargo, estos módulos permiten instalaciones como fontanería, saneamiento, telefonía, informática y climatización (todas ellas realizadas en la propia fábrica).

### Transporte

Esta empresa ofrece dos sistemas de transporte dependiendo de las medidas de los módulos, así como de la distancia entre la fábrica y el emplazamiento. La primera opción es la más económica y consiste en la salida del módulo totalmente ensamblado de fábrica, por lo que



Imagen 5.40. Transporte en camión de los módulos ensamblados en fábrica hasta emplazamiento final de la vivienda prefabricada "The force home" diseñada por el estudio Hombre de Piedra y fabricada por Cimpra sobre cimentación. Fuente: Orive, J. O. (2020, 27 octubre). The Force Home – Hombre de Piedra Arquitectos. Javier Orive - fotógrafo de arquitectura. <https://www.javierorive.com/force-home/>

solo es necesario instalarlo en el emplazamiento definitivo, sin embargo estos módulos requieren de una estructura auxiliar durante su transporte. Por otro lado, existe la posibilidad de transportar el módulo sin ensamblar y ser ensamblado en la obra. Este proceso conlleva un mayor coste, ya que requiere un mayor traslado de operarios a la obra y el montaje del módulo en la obra es más dificultoso que en fábrica.

El prototipo diseñado en esta investigación se diseñará de manera que el módulo salga ensamblado totalmente de fábrica así como respetando las medidas máximas de transporte con el objetivo de que el transporte sea lo más barato y rápido posible.

A continuación, se exponen los pasos que, de acuerdo con su sitio web oficial, la empresa sigue en las obras en las que interviene:



Imagen 5.41. Módulos empaquetados para su transporte y posteriormente su ensamblaje in situ en el emplazamiento final, marzo, 2021. Fuente: Elaboración propia.





Imagen 5.42. Elementos de un módulo prefabricado embalados y preparados para su transporte. Fuente: <https://cimpra.es/>

## 01 REDACCIÓN DE PROYECTO, CALCULO DE ESTRUCTURAS E INSTALACIONES. DEPARTAMENTO COMERCIAL Y TÉCNICO.

En la fabricación modular, al igual que en cualquier otro sistema lo primero que se hace tras el encargo de una obra es dar forma a la misma a través del estudio del terreno, redacción de proyecto completo, con la elección de materiales y equipamientos técnicos para su posterior ejecución.

## 02 PREPARACIÓN, CORTE Y MECANIZADO DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS, PANELES Y CERRAMIENTOS.

El departamento de aprovisionamiento y compras lleva a cabo las gestiones necesarias para adquirir los materiales que van a ser utilizados en el proyecto, cuando la orden de trabajo llega a nuestro taller, los operarios disponen ya del material necesario para comenzar la fabricación.



Imagen 5.43. Operarios de Cimpra soldando la estructura horizontal superior. Fuente: <https://cimpra.es/>

## 03 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO.

Esta fase es fundamental en el desarrollo del proyecto, la fabricación de las estructuras metálicas de los distintos módulos han de ser milimétricas para que encajen perfectamente una vez que el edificio vaya a ser ensamblado. Para ello, los operarios disponen de los útiles, herramientas y maquinarias necesarias para llevarlo a cabo con total seguridad.

## 04 PINTADO DE ESTRUCTURAS.

Finalizada la fase de montaje de la estructura, soldada todas sus piezas, se procede al pintado de cada uno de los perfiles que componen el conjunto, comprobando no dejar ni un solo poro de los mismos sin cubrir, para prevenir el deterioro de la estructura.



Imagen 5.44. Operario de Cimpra lacando la estructura metálica horizontal de un módulo prefabricado. Fuente: <https://cimpra.es/>

## 05 PREPARACIÓN Y HORMIGONADO DEL FORJADO DEL EDIFICIO.

Se devuelven los módulos a la zona de fabricación y se comienza a montar los forjados, estos pueden ser de diversos materiales, estructura metálica con base de tablero, vinilo, porcelánico, madera u otras terminaciones, pero cada vez se impone más el realizar forjados colaborantes compuestos por estructura de chapa galvanizada plegada y relleno de hormigón aligerado que darán una resistencia máxima al forjado y una terminación excelente en el producto determinado en proyecto.

## 06 MONTAJE DE ESTRUCTURA AUXILIAR Y CERRAMIENTOS VERTICALES EXTERIORES.

Es el momento de comenzar el montaje de los cerramientos exteriores del edificio que podrán ser de panel arquitectónico, panel sándwich, fachada ventilada, panel de fibrocemento u otros



Imagen 5.45. Transporte de un módulo prefabricado saliendo de la fábrica de Cimpra hacia su emplazamiento final. Fuente: <https://cimpra.es/>

productos. Se avanza al mismo tiempo con la colocación de las estructuras auxiliares y divisiones interiores, así como la cubierta del edificio.

## 07 INSTALACIONES INTERNAS, AISLAMIENTO Y DIVISIONES INTERIORES.

Para garantizar un buen nivel de aislamiento térmico y acústico, tanto los paneles arquitectónicos como otro tipo de fachada están revestidos de material aislante, en esta fase, se incorporan las instalaciones, eléctrica, de agua, climatización o cualquier otra que se haya previsto, levantando la tabiquería de los diferentes espacios y revistiendo los cerramientos interiores.

## 08 ACABADOS INTERIORES Y EXTERIORES.

En función de los elementos seleccionados por el cliente y el departamento técnico, se lleva a cabo la finalización de interiores y exteriores, con la colocación de puertas, ventanas, pavimentos, elementos de baño y de cualquier otra estancia



Imagen 5.46. Operarios de Cimpra ensamblando los diferentes módulos de esta vivienda prefabricada. Fuente: <https://cimpra.es/>

prevista, dejando el edificio casi acabado.

## 09 EMBALAJE Y TRANSPORTE DEL EDIFICIO MODULAR.

Antes de preparar el embalaje de los módulos del edificio, se procede a un nuevo check point de todos los elementos ya instalados para garantizar que todo se ha realizado conforme a proyecto, una vez terminada la comprobación, se embalan los módulos para que puedan ser trasladados sin sufrir daño ni deterioro en el viaje.

## 10 ENSAMBLAJE.

Esta fase es muy delicada, ya que es donde se ve la exactitud con la que se ha fabricado cada módulo y se procede a su ensamblaje para dejar terminado e instalado de manera definitiva el edificio, es un proceso lento que requiere de



Imagen 5.47. Operarios de Cimpra ultimando detalles in situ de una vivienda prefabricada. Fuente: <https://cimpra.es/>

mucha experiencia por parte de los trabajadores que lo van a ejecutar, conjuntamente los servicios de transporte y grúa, que son parte del éxito del montaje.

## 11 ÚLTIMOS DETALLES IN SITU.

Estamos a punto de finalizar y hacer la entrega a nuestro cliente, pero tenemos que dar un último repaso a todo el edificio para asegurarnos de que no se va a producir ningún accidente que altere la vida del edificio, comprobamos principalmente la impermeabilización de la cubierta, las zonas de unión de los módulos y cualquier otro punto que sea susceptible de sufrir cambios posteriores.

## 12 ¡LISTO PARA ENTRAR!<sup>31</sup>

31 Fases de montajes industrializadas. (2020, 28 agosto). <https://cimpra.es/fases-fabricacion-edificios-industrializados/>

Imagen 6.1. Portada perspectiva de uno de los patios interiores del prototipo. Fuente: Elaboración propia



## 6. PROTOTIPO DE AULA PREFABRICADA





Imagen 6.2. Diagrama de cualidades del prototipo de aula. Fuente: Elaboración propia.

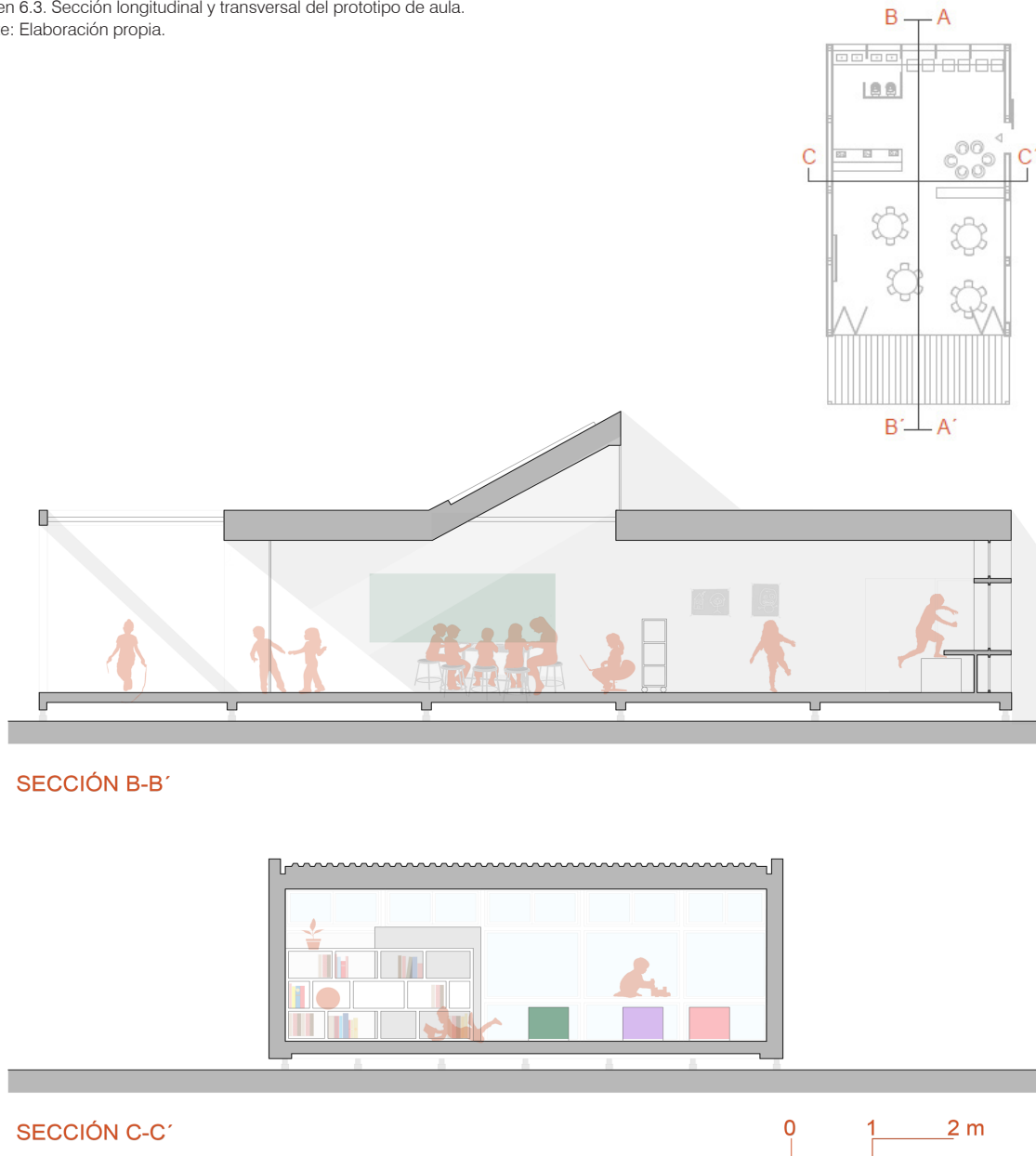
A continuación, se ofrece una visión general del proyecto elaborado en este Trabajo de Fin de Grado. Este proyecto, consistente en el diseño de un aula flexible y versátil, que pueda adaptarse a las distintas situaciones de emergencia, ya sea por cuestiones de falta de espacio o por la necesidad de un nuevo centro educativo con la mayor brevedad posible, cuyo objetivo es ofrecer una solución temporal para paliar los efectos de estas necesidades. Para ello, se ha recurrido a la prefabricación, dado que esta ofrece ventajas como el fácil transporte de los módulos, la necesidad de un breve periodo de tiempo para su ejecución, así como una mayor flexibilidad y sostenibilidad en comparación con la arquitectura tradicional. Además, son respetuosos con el medio y el entorno no se ve alterado.

La base de este proyecto se encuentra en las carencias estructurales que presentan numerosos centros educativos de Andalucía. El sistema constructivo tradicional que se utiliza en los cen-

tros educativos presenta dificultades a la hora de añadir o adaptar espacios complementarios a un edificio ya construido; por ello, las administraciones públicas se ven en la necesidad de recurrir a las llamadas «caracolas», a pesar de que estas no son las idóneas para el desarrollo docente y el aprendizaje de los alumnos. Además del sistema constructivo, el método pedagógico actual no tiene en consideración la arquitectura como un medio de aprendizaje, lo que contradice otros métodos pedagógicos más innovadores, como el método Montessori, en el que la arquitectura juega un papel fundamental en el desarrollo del niño. Asimismo, la mayoría de los centros educativos son edificios que no cuentan con sistemas de energía renovable.

Para el diseño del aula, se han tenido en cuenta lo especificado en la normativa técnica vigente y en las Normas de Diseño Y Constructivas “Revisión y nueva publicación de las Normas de Diseño y Constructivas para Edificios de Uso

Imagen 6.3. Sección longitudinal y transversal del prototipo de aula.  
Fuente: Elaboración propia.



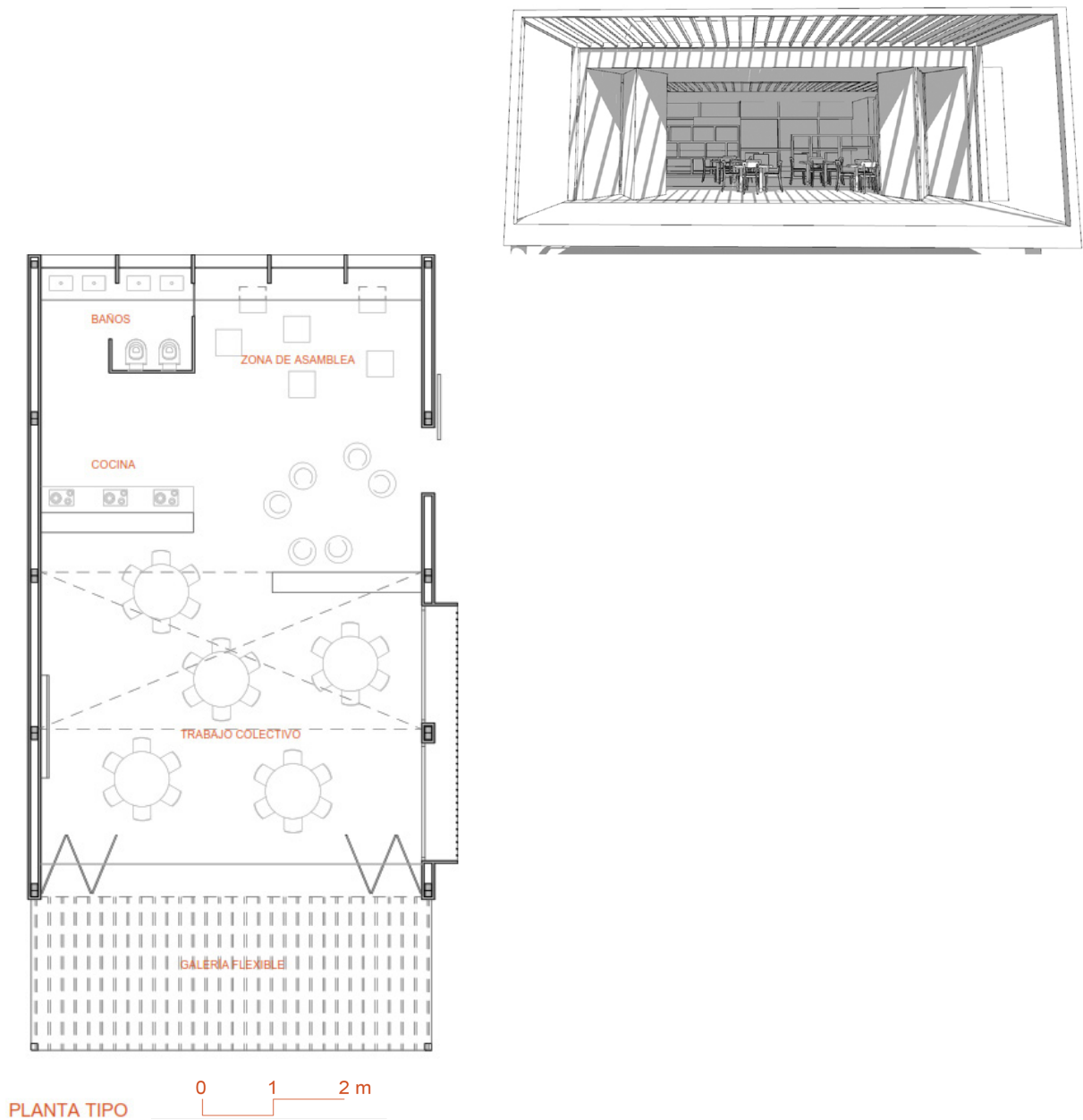
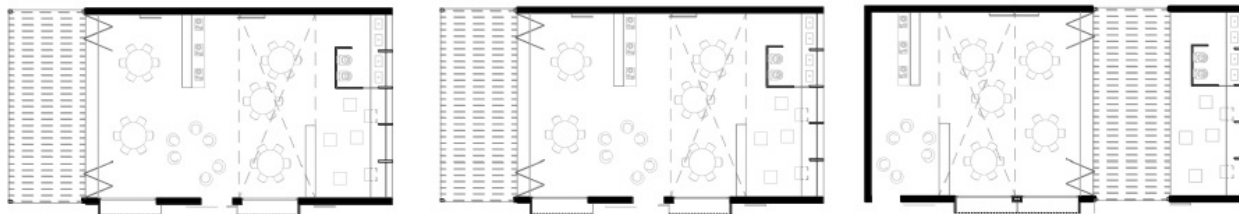


Imagen 6.4. Planta del Módulo Tipo. Fuente: Elaboración propia.



#### DIFERENTES PROPUESTAS DE CONFECCIÓN DE LAS AULAS

Imagen 6.5. Posibilidad de composición del Módulo Tipo. Fuente: Elaboración propia.

Docente”.

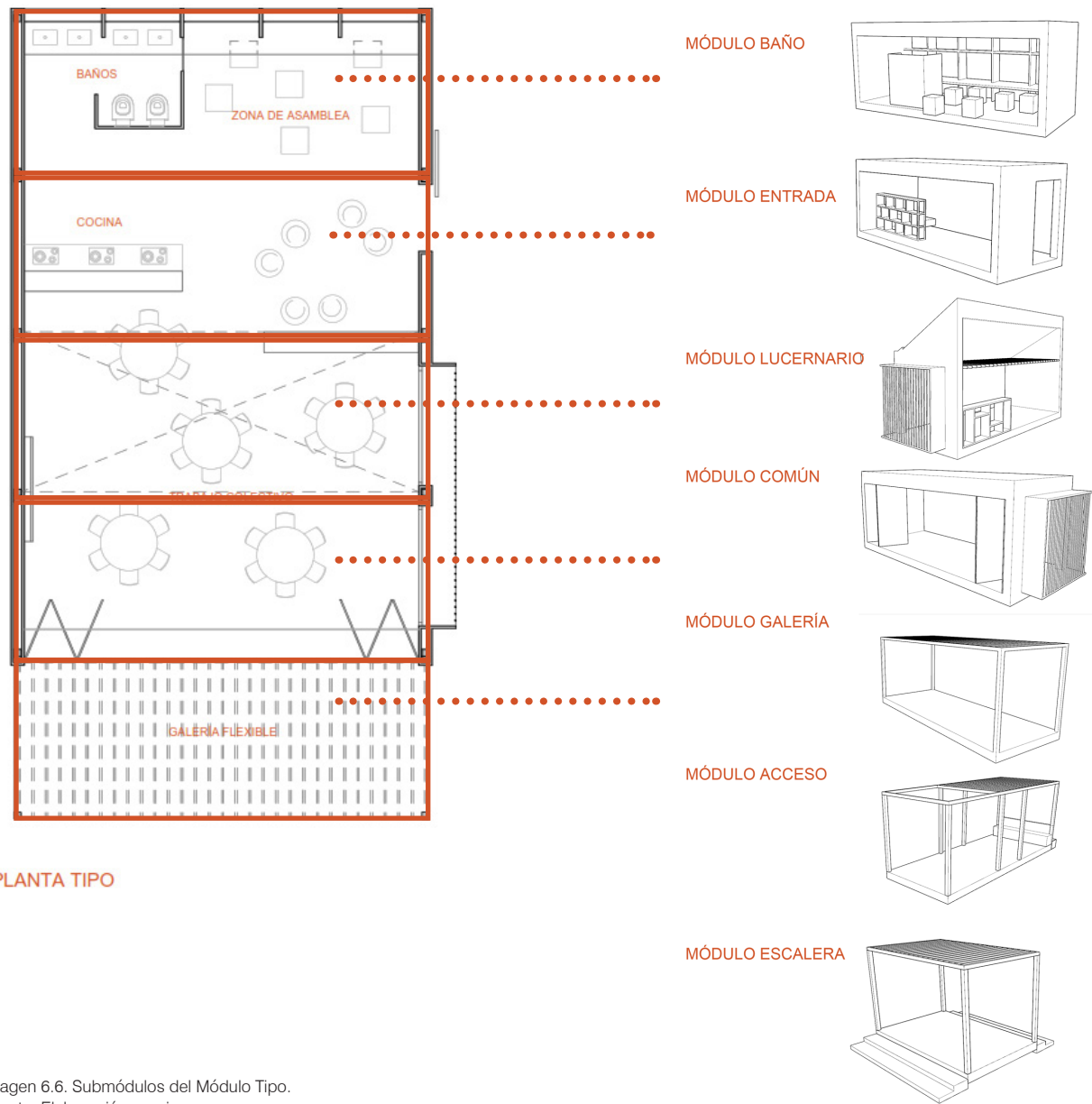
El aula diseñada en este Trabajo de Fin de Grado está destinada a alumnos del segundo ciclo de educación infantil, es decir, a niños de entre 3 y 6 años de edad. En cuanto a su emplazamiento, este no está determinado; sin embargo, es necesario tener en cuenta que se ha diseñado en base a la normativa ofrecida por la Junta de Andalucía, por lo que este emplazamiento, idealmente, se correspondería con esta comunidad autónoma. Asimismo, cabe destacar que, al estar este diseño regido por el código técnico, se podría ofrecer la posibilidad de utilizar esta aula en todo el territorio español.

Por otro lado, es importante subrayar que se trata de un aula, y no de un centro educativo completo. Es un proyecto de aulas temporales independientes que no interrumpen la actividad docente del resto del centro durante su montaje o desmontaje y que, además, permite la amplia-

ción o reducción del número de aulas según las necesidades que se den en un momento determinado. Los módulos de mayor tamaño tienen una longitud de 6 m, lo que permite reducir costes en su transporte. Las aulas están formadas por los siguientes módulos: baño, entrada al aula, lucernario, colectivo y galería. Además, el acceso al aula se realiza mediante el módulo de escaleras y el módulo jardín. A continuación, se ofrece una breve descripción de cada uno de ellos:

- Módulo baño. Siempre encuentra a uno de los extremos del aula. Este módulo está compuesto por el núcleo de aseo y una zona de gradas flexibles que permiten que los niños realicen reuniones y tareas colectivas, como tareas de representación y de exposición. La fachada exterior de este módulo permite la exposición al exterior del aula de las diferentes manualidades que realizan los alumnos para compartirlas con el resto de alumnos y de personas del entorno.





PLANTA TIPO

Imagen 6.6. Submódulos del Módulo Tipo.  
Fuente: Elaboración propia.

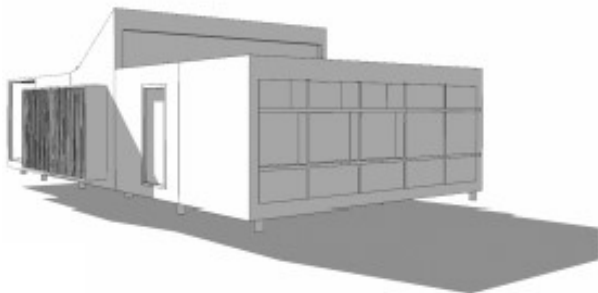


Imagen 6.7. Módulo Tipo opción A. Orientación Sur-Norte. Fuente: Elaboración propia.



- Módulo de entrada al aula. Mediante este módulo se accede al interior del aula. Este módulo está formado por la cocina y por una zona de asamblea. Esta última zona tiene como objetivo reunir a los niños y tratar aspectos importantes de cada día.

- Módulo lucernario. Este módulo cuenta con una cubierta inclinada que alberga cinco placas solares fotovoltaicas completamente integradas, además de disponer de un ventanal que permite una mayor entrada de luz natural en el centro del aula.

- Módulo colectivo. Este módulo está enfocado al desarrollo de tareas colectivas, cuyo objetivo principal es el trabajo en grupo.

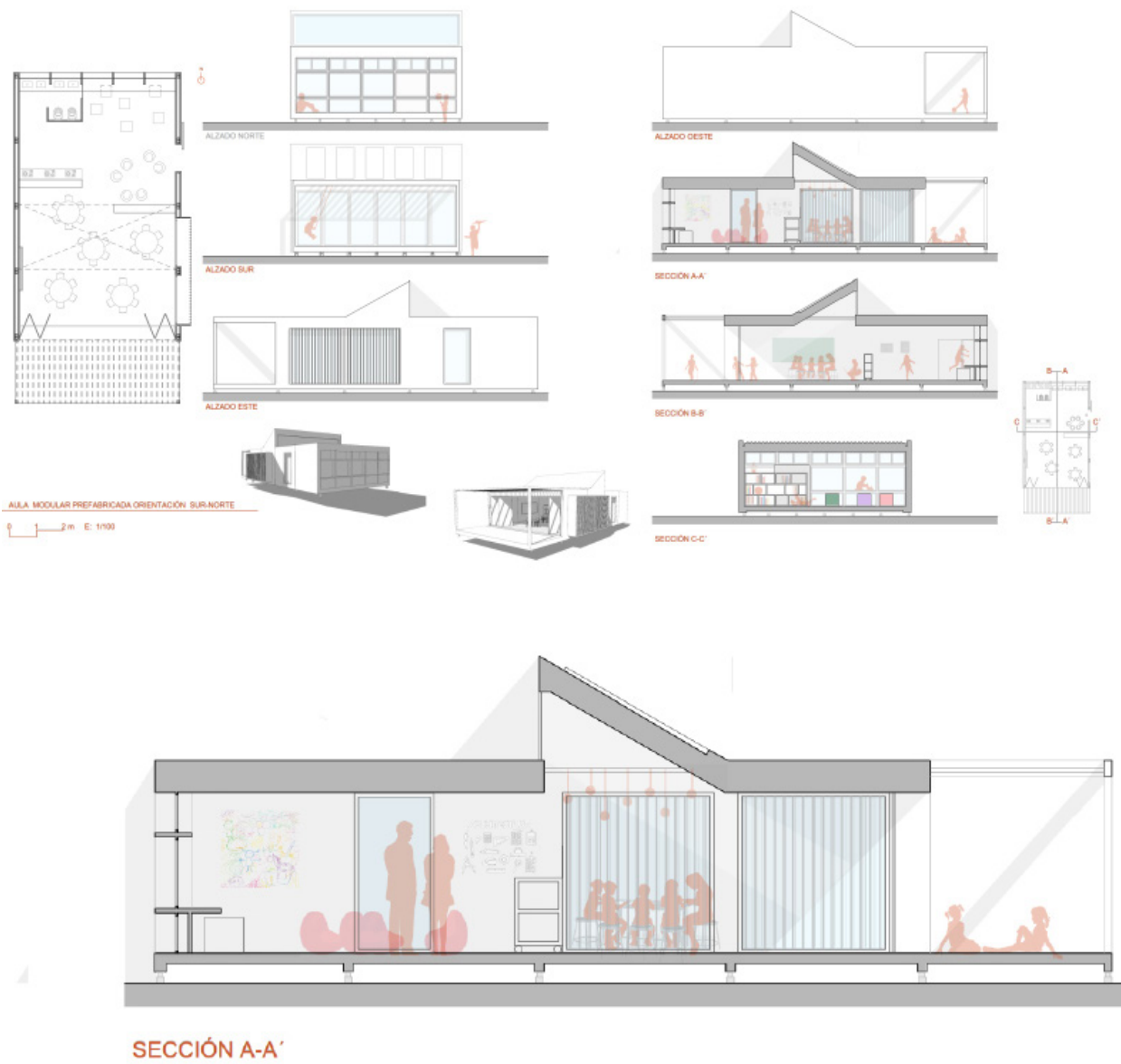
- Módulo galería. Este módulo permite, en diferentes propuestas, enlazar dos o más aulas. Si bien este módulo no cuenta con una cubierta, es posible añadirla para conseguir, por ejemplo,

una zona sombría en épocas calurosas.

- Módulo de acceso al aula. Es el módulo exterior previo a la entrada al aula. Este módulo está formado no solo por escaleras, sino también por rampas. De esta forma, se permite el fácil acceso al aula para personas con movilidad reducida. Este módulo se utiliza como un espacio intermedio entre el interior y el exterior del aula. Además, al contar con una cubierta vegetal, esta ofrece un espacio sombrío en épocas calurosas, mientras que en las épocas de invierno ofrece abundante luz natural.

- Módulo escalera. Este módulo se compone de una escalera polivalente. Por un lado, funciona como una escalera regular para acceder a los módulos de galería; mientras que, por otro lado, también se utiliza de grada para los niños cuando se realiza, por ejemplo, una obra de teatro.

A



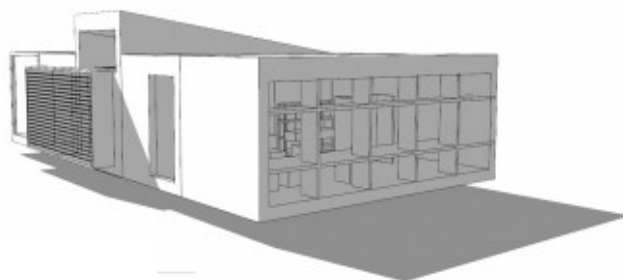


Imagen 6.8. Módulo Tipo opción B, orientación Este-oeste. Fuente: Elaboración propia.



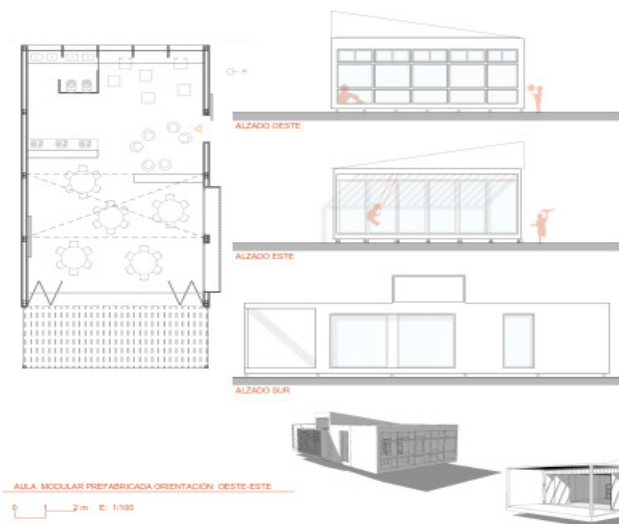
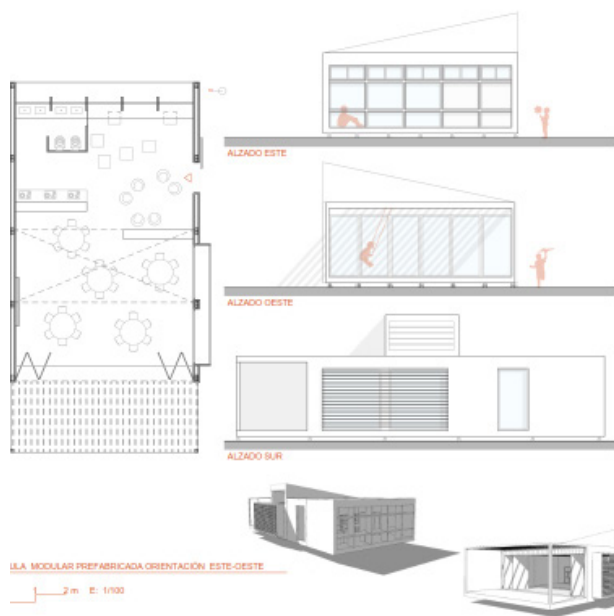
Esta aula cuenta con unos rasgos propios. En primer lugar, destaca su polivalencia y multifuncionalidad, pues esta se compone de diversos espacios como una zona individual, una zona colectiva, una zona de teatro, una cocina, etc. Por otro lado, el aula se abre totalmente al exterior, de forma que da la sensación de que el exterior forma parte no solo del recorrido hasta llegar al aula, sino también de la propia aula, a menudo utilizando los módulos exteriores como zonas ajardinadas como ocurría en el proyecto de “Mi jardín Montessori”.

Gracias a la prefabricación, es posible transportar el aula fácilmente. Además, su construcción es rápida y no se producen residuos durante su montaje o desmontaje. El uso de la prefabricación otorga al aula una gran flexibilidad, pues es posible elegir el orden de los módulos según unas necesidades y unas preferencias determinadas como veíamos que ocurría en las escuelas de Hertfordshire. De esta forma, cuando el

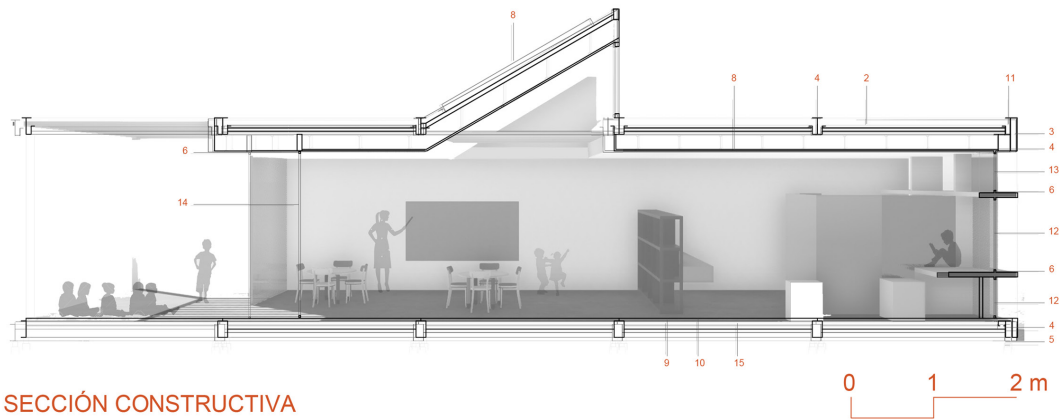
aula ya no es necesaria, es posible trasladarla a otro lugar en el que sea requerida. La prefabricación conlleva que la cimentación sea superficial, por lo que el aula se encuentra a 20 cm sobre rasante; por ello, para salvar esa distancia, se utilizan escaleras y rampas. Asimismo, las aulas pueden agruparse de diversas formas, lo que permite adaptarse al entorno sin dificultad, la capacidad de adaptación al medio y su flexibilidad en formas de agrupación, recuerda a la versatilidad de las “Schools to go”.

Desde el punto de vista energético, el uso de placas solares fotovoltaicas hace del aula un edificio totalmente independiente. Asimismo, el aula se adapta climatológicamente a los diferentes emplazamientos. En este sentido, cabe destacar que los cerramientos se componen de dos paneles sándwich de 100 mm cada uno y, además, cuentan con una cámara de aire interior que permite, en un momento determinado, su sustitución por un aislamiento mayor.

## B







### SECCIÓN CONSTRUCTIVA

Imagen 6.9. Sección constructiva del módulo.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a su interior, las paredes cuentan con una capa desechable de papel, de forma que los niños tienen la posibilidad de crear murales en las paredes. Una vez transcurrido un periodo de tiempo determinado, esta capa de papel será sustituida por otra. Por otro lado, el mobiliario es móvil y flexible. Así, los niños pueden manipular el aula a su antojo. De este modo, tanto la capa de papel desechable como la posibilidad de mover los muebles hacen que el aula sea la que se adapte a los niños, en lugar de que sean los niños quienes se adapten al aula. En esta línea, es necesario indicar que los baños están diseñados como si se tratasen de un mueble más, es decir, de un espacio que también forma parte del aula. Esta, además, cuenta con ventilación cruzada, lo que asegura la ventilación natural del aula.

Desde el punto de vista estructural, los módulos se fabrican en base a los módulos prefabricados de la empresa sevillana Cimpra, para que

1. Fachada con cámara de ventilada y cerramiento de doble hoja de panel sándwich de 800 mm con aislamiento de poliestireno XPS 700 mm
2. Cubierta de panel sándwich grecado con poliestireno XPS de 700 mm
3. Revestimiento del módulo aula con chapa metálica lacada
4. Estructura portante metálica reforzada del módulo
5. Soportes regulables en altura
6. Carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
7. Paneles fotovoltaicos
8. Falso techo continuo de escayola
9. Tablas de madera fónica con protección hidráulica
10. Lamina continua de PVC como acabado del suelo
11. Canallón de recogida de agua pluvial
12. Fijo de doble vidrio
13. Ventana abatible de dos hojas de doble vidrio
14. Puertas plegables
15. Correas estructurales del módulo

el coste de la fabricación sea menor. En cuanto al peso de la estructura, la estructura portante del módulo de Cimpra se basa en el uso del panel sándwich. Dado que, en el caso de esta aula, no todas las paredes cuentan con paneles sándwich, se ha decidido reforzar la estructura mediante la sustitución de los pilares metálicos de serie por pilares autoportantes. Además, al tratarse de módulos compactos, no es necesario utilizar una estructura auxiliar para su transporte, lo que permite que el módulo salga de la fábrica totalmente ensamblado, de forma que únicamente se llevan a cabo pequeñas modificaciones en el emplazamiento.

A continuación, se ofrecen distintas propuestas de agrupación de diversas aulas. En este sentido, cabe destacar que todas las propuestas se han desarrollado de forma que garantiza la porosidad, es decir, desde un punto concreto es posible visualizar diferentes espacios del núcleo. Así, el entorno participa en todo el núcleo:

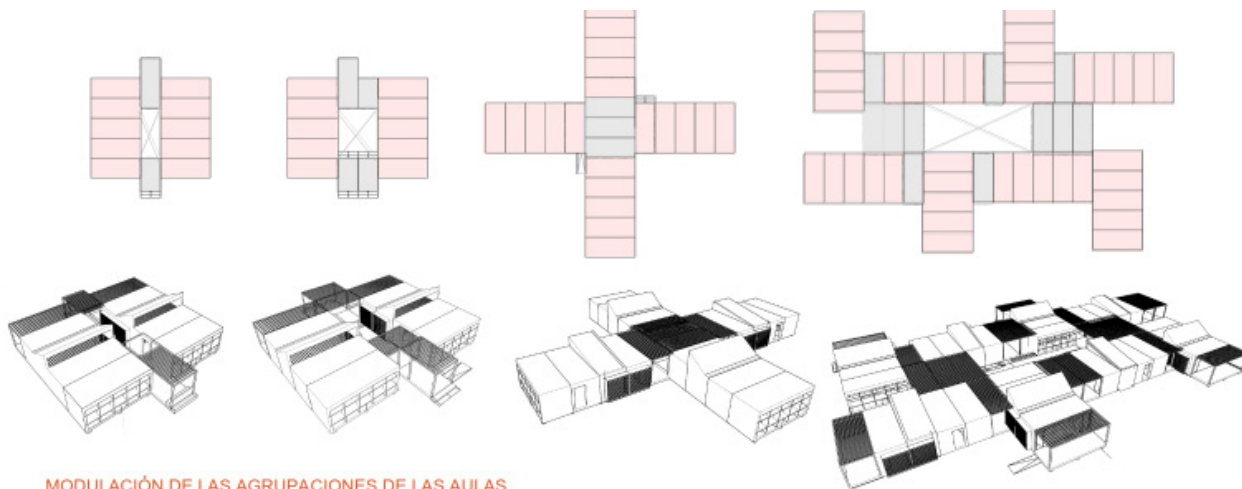


Imagen 6.10. Posibilidades de agrupación los Módulos Tipo. Fuente: Elaboración propia.

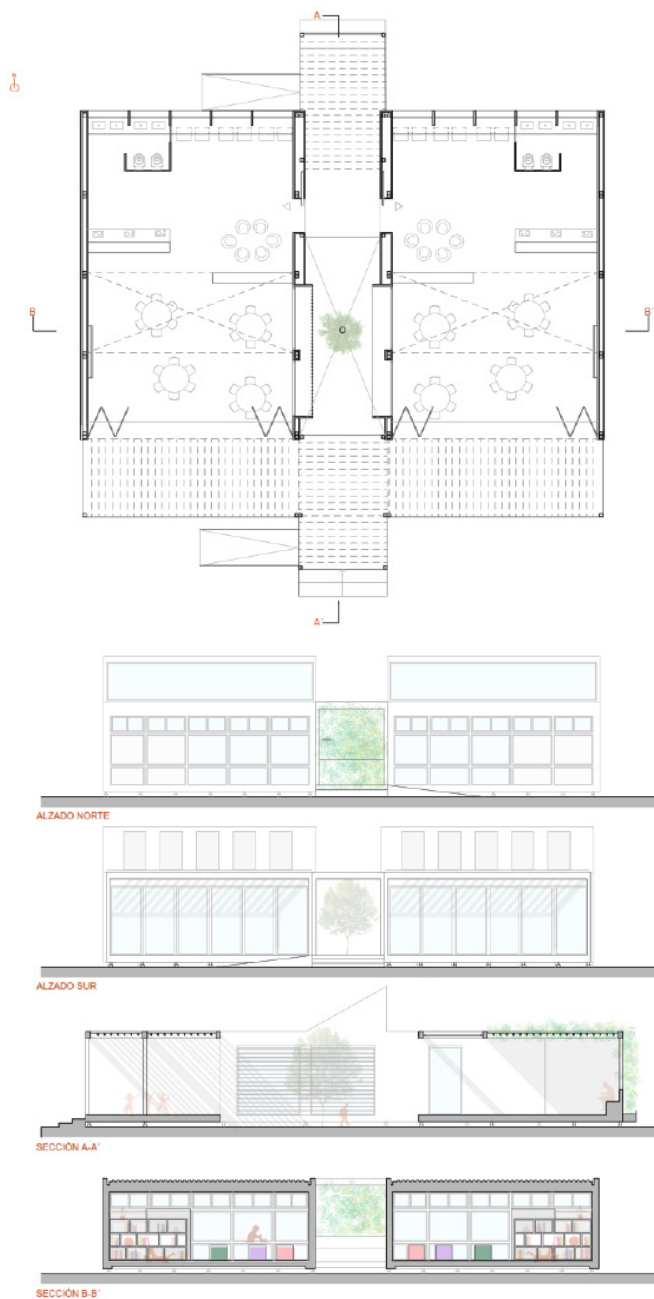
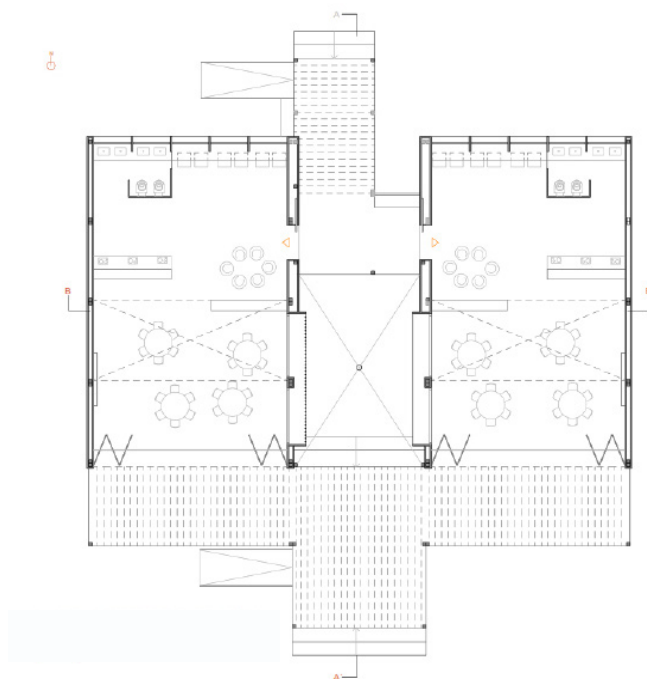


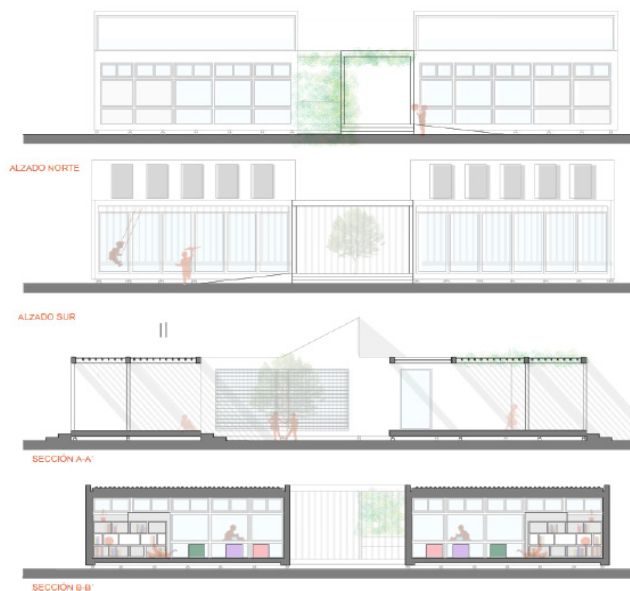
Imagen 6.11. Planimetría de la propuesta de agrupación 1.  
Fuente: Elaboración propia

**AGRUPACIÓN 1.** Esta es la propuesta que menos superficie ocupa, por la posibilidad de adosar varios núcleos de aulas de forma lineal. Cada núcleo, que consta de 2 aulas, está formado por el módulo de acceso al aula y el módulo escalera, situándose un patio entre ambos módulos. El acceso se realiza mediante un porche formado por una cubierta vegetal. Este patio intermedio permite la vista cruzada de las dos aulas, las cuales se comunican mediante una galería que sirve de zona intermedia entre el aula y el exterior. Además, el espacio más cercano a la entrada del aula tiene como cubierta un vidrio translúcido, que permite, al igual que el patio, disponer de abundante luz natural. Cada núcleo de 2 aulas se agrupa de forma lineal a otro núcleo de 2 aulas, de forma que, entre todas ellas, se crea una galería lineal y común para todas las aulas.

Imagen 6.12. Planimetría de la propuesta de agrupación 2.  
Fuente: Elaboración propia



AGRUPACIÓN 2. En este caso, la única diferencia existente entre la agrupación 2 y la agrupación 1 es el uso de un patio de una mayor anchura en el que se encuentra el núcleo de escaleras que, de igual modo, se utiliza como grada para los niños. En este sentido, mientras que, en la agrupación 1, la escalera conecta el módulo de galería con el resto del centro; en la agrupación 2, esta se encuentra en el patio interior situado entre las dos aulas.



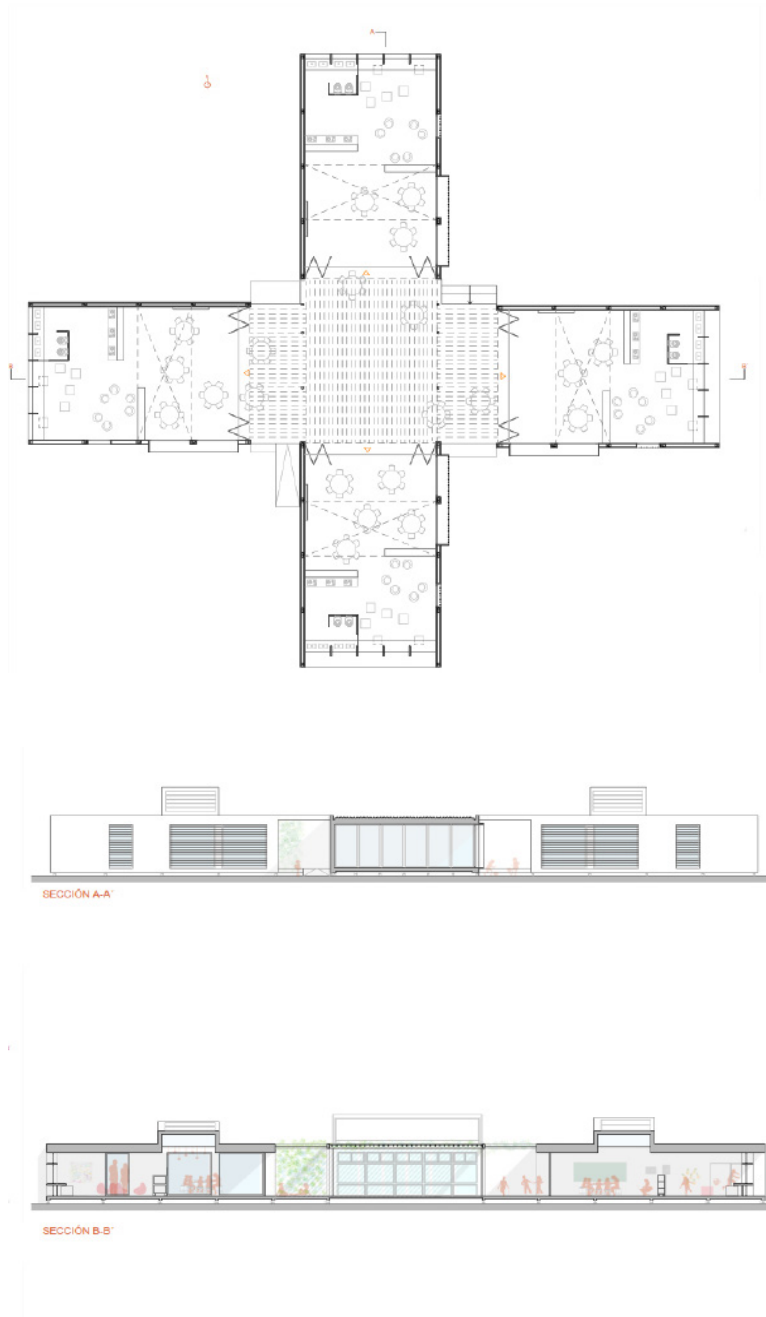


Imagen 6.13. Planimetría de la propuesta de agrupación 3.  
Fuente: Elaboración propia

**AGRUPACIÓN 3.** Esta agrupación engloba 2 núcleos (de 2 aulas cada uno). Estas aulas se desarrollan en forma de cruz en torno a un patio central. Al igual que los módulos de galería, en épocas frías permite la entrada de luz abundante, mientras que en épocas calurosas ofrece un espacio sombrío.

**AGRUPACIÓN 4.** Esta última agrupación es la más compleja. Se compone de un núcleo alrededor del cual se desarrollan 4 aulas. La unión de varios núcleos de aulas crea un patio central en el que se pueden desarrollar actividades de diversa índole.





Imagen 6.13. Planimetría de la propuesta de agrupación 4. Fuente: Elaboración propia.



Para plantear correctamente las conclusiones de este Trabajo de Fin de Grado, es necesario atender a la hipótesis y a los objetivos propuestos al comienzo de este estudio.

Puede concluirse que se ha llevado a cabo una investigación sobre el aula, así como la concepción que tienen diversas corrientes pedagógicas sobre este espacio. De esta forma, se ha determinado que el sistema constructivo aplicado a los centros educativos parece estar anticuado, y no se adapta a los requerimientos educativos que la sociedad del futuro necesita. Espacios y sistemas anclados en el entendimiento de los niños como simples receptores de información, en los que no se les invita a experimentar y explotar su creatividad.

Asimismo, en el sistema educativo actual la arquitectura pasa a un segundo plano. Esto tiene como consecuencia que el espacio del centro educativo no se adapta, en la mayoría de los casos, a las necesidades de cada momento. Esta

falta de adaptabilidad no solo se encuentra en los edificios, sino también en las aulas. Concebidas como paralelepípedos rígidos, no ofrecen la flexibilidad necesaria para adaptarse a los distintos aspectos cambiantes que se pueden dar en ella, como el número y edad de los alumnos, o las modificaciones en la finalidad del espacio, etc. Esto se debe, además, a una carencia en la previsión de estos aspectos cambiantes.

En esta línea, es importante destacar que diversas corrientes pedagógicas más modernas, englobadas bajo la idea de enseñanza activa, conciben la figura del alumno no como un receptor de información, sino como un ser con un potencial inmenso de inventiva y creatividad.

Además, este tipo de corrientes pedagógicas consideran el entorno exterior parte del el espacio de aprendizaje. De esta forma, los niños aprenden en los distintos lugares que conforman el centro, no solo en las aulas (como se concibe en el sistema tradicional).

En esa incorporación del contexto, es necesario entender también el contexto urbano como parte del espacio de aprendizaje. Así, el centro educativo reactiva el barrio en el que se encuentra y, además, ofrece equipamientos de espacios libres. En este sentido, no debemos olvidar que los centros educativos son edificios destacados del barrio en el que se encuentran y deberían adaptarse a las nuevas tecnologías desde el punto de vista de la sostenibilidad.

En cuanto a la arquitectura prefabricada podría considerarse la arquitectura del futuro, dada las diversas ventajas que ofrece, como la rápida construcción, la flexibilidad, la posibilidad de transporte de los módulos fácilmente, el control del proceso constructivo, etc.

Todas estas características son idóneas para el diseño de la arquitectura para la educación.

Respecto a la flexibilidad de los centros educativos, estos sistemas permiten no solo ejecutar-

los a gran velocidad sino también modificar su tamaño mediante la adición o la sustracción de módulos atendiendo a las necesidades de cada momento.

A pesar de que la arquitectura prefabricada se concibe como un tipo de arquitectura temporal, es necesario tener en cuenta que puede configurarse como algo prolongado en el tiempo, aunque esto no suponga la permanencia en el mismo lugar.

En cuanto a los módulos o aulas de emergencia, se ha visto que tanto la reflexión sobre el espacio docente del aula, como el conocimiento de diversos ejemplos y la reflexión concreta sobre el sistema CIMPRA ha originado un prototipo de aula de emergencia, que supone un intento de mejora de las “caracolas”, incorporando al proceso de diseños cuestiones pedagógicas, espaciales, constructivas y medioambientales.

## 9. BIBLIOGRAFÍA



Adbel, H. (2020). Escuela preescolar “Mi jardín Montessori”/HGAA. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/953093/escuela-preescolar-mi-jardin-montessori-hgaa>

Agrafojo, N. (2020). Los colegios gaditanos preparan la vuelta a clase con nuevos horarios de entrada y obras para dividir los patios. La voz digital. [https://www.lavozdigital.es/cadiz/provincia/lvdi-colegios-gaditanos-preparan-vuelta-clase-nuevos-horarios-entrada-y-obras-para-dividir-patios-202007250912\\_noticia.html](https://www.lavozdigital.es/cadiz/provincia/lvdi-colegios-gaditanos-preparan-vuelta-clase-nuevos-horarios-entrada-y-obras-para-dividir-patios-202007250912_noticia.html)

Algeco. (2021). La construcción del colegio Santa Mónica. <https://www.algeco.es/actualidad/la-construccion-del-colegio-santa-monica>

Apollo Primary Schools, Amsterdam, Netherlands, 1980-83. (2008). <https://www.flickr.com/photos/krokorrr/5474420240>

AralInfo. (2020). El problema de la ventilación de las aulas: “Coronavirus o pulmonía. ¿Cuál es tu elec-

ción?”. <https://arainfo.org/el-problema-de-la-ventilacion-de-las-aulas-coronavirus-o-pulmonia-cual-es-tu-eleccion/>

Arcos, A. (2018). El aula es ese espacio donde se inicia la transformación del mundo. Magisterio. <https://www.magisnet.com/2018/10/a%C2%80%C2%99Cel-aula-es-ese-espacio-donde-se-inicia-la-transformacion%C2%B3n-del-mundoa%C2%80%C2%9D/>

ArquitecturaViva. (2001). Montessori School, Delft, 1960-1981. <https://arquitecturaviva.com/articles/escuela-montessori-delft-1960-1981>

Berenguer, V. (2016). El sistema educativo como herramienta de control del pensamiento. <https://lapeste.org/2016/09/el-sistema-educativo-como-herramienta-de-control-del-pensamiento/>

Bermejo Vidaurreta, A. (2019). Arquitectura y pedagogía. Hacia nuevos paradigmas espaciales para el aprendizaje [Trabajo de Fin de Máster]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/174474>

Blanco, F. (2019). Dossier Trans Formadores\_Sisetma Lupo. [https://issuu.com/sistemalupo/docs/191108\\_trans\\_formadores\\_web](https://issuu.com/sistemalupo/docs/191108_trans_formadores_web)

Blázquez, F. (1993). El espacio y el tiempo en los centros educativos, en Lorenzo Delgado, M. y Sáenz Barrio, Ó. (Ed.) Organización escolar. Una perspectiva ecológica, 339-366. Editorial Marfil.

Campo Baeza, A. (s.f.). 1992 IES Drago. <https://www.campobaeza.com/es/drago-public-school/>

Campos Calvo-Sotelo, P. y Cuenca Márquez, F. (2016). Memoria e innovación en los espacios físicos de la educación superior. La contribución del límite arquitectónico. Historia y Memoria de la Educación, 3, 279-320. <http://revistas.uned.es/index.php/HMe/article/view/15430/14139>

Canal TEDx Talks. (7 de mayo de 2018). Diseñar escuelas de donde los niños no quieran irse | Rosan Bosch | TEDxZaragoza [Archivo de Vídeo] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=mfCa5N42tBE&t=2s>

CIMPRA. (2020). Casas prefabricadas y construcción industrializada. <https://cimpra.es/>

CIMPRA. (2020). La arquitectura modular industrializada en el sector de la educación. <https://cimpra.es/la-arquitectura-modular-industrializada-en-el-sector-de-la-educacion/>

CIMPRA. (2021). Fases fabricación Edificios Industrializados. <https://cimpra.es/fases-fabricacion-edificios-industrializados/>

Colegio Aljarafe (2021). #LaOtraConcertada – Colegio Aljarafe. <https://colegioaljarafe.es/laotraconcertada/>

Concari, C. (2020). Las escuelas más sostenibles del mundo: arquitectura para los niños. <https://www.floornature.es/las-escuelas-mas-sostenibles-del-mundo-arquitectura-para-los-ninos-11734/>

Cook, H. (2016). What do changes in how schools are designed say about our approach to education? <https://www.theage.com.au/national/victoria/what-do-changes-in-how-schools-are-designed-say-about-our-approach-to-education-20160504>

ges-in-how-schools-are-designed-say-about-our-approach-to-education-20160909-grd0dr.html

Delf Montessori School. (2008). <https://www.flickr.com/photos/doctorcasino/2887449279/in/photos-tream/>

Detail Online. (2018). A Playbarn: Centre for Children and Families in Poppenweiler. <https://www.detail-online.com/article/a-playbarn-centre-for-children-and-families-in-poppenweiler-31883/>

Diario de Sevilla. (2018). Calor en las aulas, un problema que se enquist. [https://www.diariodesevilla.es/opinion/editorial/Calor-aulas-problema-enquista\\_0\\_1286571344.html](https://www.diariodesevilla.es/opinion/editorial/Calor-aulas-problema-enquista_0_1286571344.html)

Díaz y Recasens, G. (1992). Recurrencia y herencia del patio en el movimiento moderno. Editorial Universidad de Sevilla.

Dyer, E. (2010). Interview with Herman Hertzberger. <https://architectureandeducation.org/2016/02/03/>

[interview-with-herman-hertzberger/](https://architectureandeducation.org/2016/02/03/interview-with-herman-hertzberger/)

El Globus Vermell. (s.f.). El Globus Vermell. Architecture for/by/with people. <https://elglobusvermell.org/>

El Mira. (2019). Nuevas tecnologías para los centros escolares de Andalucía. <https://www.elmira.es/articulo/andalucia/nuevas-tecnologias-para-los-centros-escolares-de-andalucia/20190223074507152757.html>

El País. (2017). Abanicos y ventiladores contra la ola de calor en los colegios. [https://elpais.com/politica/2017/06/15/actualidad/1497517183\\_012291.html](https://elpais.com/politica/2017/06/15/actualidad/1497517183_012291.html)

Faucault, M. (2002). Vigilar y castigar. Nacimiento de la prisión. Siglo XXI Editores. <https://www.ivanillich.org.mx/Foucault-Castigar.pdf>

Flores, A. (2014). Diputación asumirá el proyecto de construcción del nuevo colegio de Utrera. ABCde-sevilla. <https://sevilla.abc.es/provincia-utrer/20140325/sevi-diputacion-asumira-proyecto-construc->

cion-201403251347.html

Fundación Argentina María Montessori. (s.f.). El método Montessori. <https://www.fundacionmontessori.org/metodo-montessori.htm>

Fundación Patio Vivo. (s.f.). Proyectos – Fundación Patio Vivo. <https://patiovivo.cl/proyectos/>

Fundación Santillana. (2021). Conversación con Alfredo Hernando. <https://fundacionsantillana.com/enclave/entrevista-alfredo-hernando/>

García Cifre, A. (2019). Sostenibilidad en la Escuela Imagine Montessori, primer colegio con certificación Breeam y Verde. <https://blog.zeroconsulting.com/escuela-montessori-sostenible#materiales>

Guillén, J. C. (2017). El tercer profesor: espacios que guían el aprendizaje. <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2017/09/29/el-tercer-profesor-espacios-que-guian-el-aprendizaje/>

Hertzberger, H. (2008). Space and Learning (Lessons for students in architecture). 010 Publishers.

HIC Arquitectura. (2017). Herman Hertzberger > Delft Montessori School. <http://hicarquitectura.com/2017/01/herman-hertzberger-delft-montessori-school/>

<https://www.smh.com.au/national/nsw/whats-so-bad-about-demountable-classrooms-20120926-26li8.html>

Jaramillo, M. (2015). Célestin Freinet un educador-comunicador. <https://medium.com/@mishelljaramillo/c%C3%A9lestin-freinet-un-educador-comunicador-ac7ec3a56bc8>

Kaptein Roodnat. (s.f.). Kaptein Roodnat. <http://www.kapteinroodnat.nl/>

Martínez Mindeguía, F. (s.f.). Richard Neutra. La Escuela Emerson. 1938. [http://www.mindeguia.com/dibex/Neutra\\_Emerson.htm](http://www.mindeguia.com/dibex/Neutra_Emerson.htm)

Mayoral Campa, E. y Pozo Bernal, M. (2017). Del aula a la ciudad. Arquetipos urbanos en las escuelas primarias de Herman Hertzberger, Proyecto, progreso arquitectura, 17, 100-115. <https://revistascientificas.us.es/index.php/ppa/article/view/3332/3904>

Migliani, A. (2019). Cómo estimular la autonomía de los niños a través de la arquitectura y el método Montessori. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/930435/como-estimular-la-autonomia-de-los-ninos-a-traves-de-la-arquitectura-y-el-metodo-montessori>

Migliani, A. (2020). Arquitectura de madera para niños: Diseñando espacios cálidos y lúdicos. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/940091/arquitectura-de-madera-para-ninos-disenando-espacios-calidos-y-ludicos>

Mimbrero, D. (2020). Escuela El Til•ler en Bellaterra, Barcelona de Eduard Balcells, Ingasi Rius y Daniel Tigges. <https://tectonica.archi/projects/escuela-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona>

[la-el-til-ler-en-bellaterra-barcelona/](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/940091/arquitectura-de-madera-para-ninos-disenando-espacios-calidos-y-ludicos)

Montagud Rubio, N. (2021). Benjamin Bloom: biografía de este psicólogo e investigador. <https://psicologaiaymente.com/biografias/benjamin-bloom>

Munari, B. (2016). ¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una metodología proyectual. Editorial GG.

Nalomu. (s.f.). Habitación – Bruno Munari. <https://www.slideshare.net/nalomu99/habitaculo-2>

Navarro de Pablos, J. y Mayoral Campa, E. (2018). ALJARAFE. MÁS QUE UN COLEGIO. La Arquitectura Pedagógica de Fernando Higuera y Antonio Miró. Recolectores Urbanos Editorial.

Neutra, R. (1948). Arquitectura social em países de clima quente – Architecture of Social concern in Regions of Mild Climate. Gerth Todtmann.

Orive, J. (2021). The Force Home. Arquitectura Hipertectónica. <https://www.javierorive.com/force-home>



me/

Osuna Redondo, R. (2000). Las escuelas de Hertfordshire. ¿Un arte de construir en equipo? Revista Cuaderno de Notas, 8, 113-128. <http://polired.upm.es/index.php/cuadernodenotas/article/view/831/847>

Ovacen. (s.f.). Arquitectura para niños: cuando menos es más. <https://ovacen.com/arquitectura-para-ninos-cuando-menos-es-mas/>

Plataforma Arquitectura (2013). Nuevo edificio educación infantil y guardería en Zaldibar / Hiriarren-González + Estudio Urgari. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-316649/nuevo-edificio-educacion-infantil-y-guarderia-en-zaldibar-hiribarren-gonzalez-estudio-urgari>

Plataforma Arquitectura (2018). Nuevo Edificio Aulario en la Universidad Alioune Diop/IDOP. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893643/nuevo-edificio-aulario-en-la-universidad-alioune-diop-javier-perez-uribarri-plus-federico-pardos-auber>

Plataforma Arquitectura. (2010). Guardería para Benetton / Alberto Campo Baeza. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-40864/guarderia-para-benneton-alberto-campo-baeza>

Plataforma Arquitectura. (2021). Colegio en Alcalá de Guadaíra / Gabriel Verd Arquitectos. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-159209/colegio-en-alcala-de-guadaira-gabriel-verd-arquitectos>

Ramírez Potes, F. (2009). Arquitectura y pedagogía en el desarrollo de la arquitectura moderna, Educación y pedagogía, 21(54), 31-69. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyep/article/view/9779/8988>

Respetoeduca. (2020). La fábrica. <https://www.respetoeduca.es/la-fabrica/>

Santos, S. (2015). Los niños se divierten en estas casas inspiradas en la arquitectura japonesa contemporánea. <https://www.archdaily.mx/mx/776498/los-ninos-se-divierten-en-estas-casas-inspira->

das-en-la-arquitectura-japonesa-contemporanea

Saura, V. ((2017). En una escuela cada espacio es una herramienta pedagógica. El diario de la educación. <https://eldiariodelaeducacion.com/2017/11/06/en-una-escuela-cada-espacio-es-una-herramienta-pedagogica/>

Sobre Redacción. (2020). Continúan a buen ritmo las obras del colegio de La Mulata, que podría estar operativo para el curso 2021-2022, Utrera Digital. <https://www.utreradigital.com/web/2020/06/12/continuan-a-buen-ritmo-las-obras-del-colegio-de-la-mulata-que-podria-estar-operativo-para-el-curso-2021-2022/>

SUMPLASTECNIC. (2018). Premio Mat-Coam de Sostenibilidad para el Colegio Santa Mónica. <https://www.sumplastecnic.es/premio-mat-coam-de-sostenibilidad-para-el-colegio-santa-monica/>

Turner, T. (2015). Schools to-Go! <https://www.yanko-design.com/2015/10/16/schools-to-go/>

UNESCO. (1996). La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Santillana. Ediciones Unesco. [https://www.academia.edu/22662463/Informe\\_a\\_la\\_UNESCO\\_de\\_la\\_Comisi%C3%B3n\\_Internacional\\_sobre\\_la\\_educaci%C3%B3n\\_para\\_el\\_siglo\\_XXI\\_presidida\\_por](https://www.academia.edu/22662463/Informe_a_la_UNESCO_de_la_Comisi%C3%B3n_Internacional_sobre_la_educaci%C3%B3n_para_el_siglo_XXI_presidida_por)

Verd, G. (2009). Proyectos – Gabriel Verd. <http://gabrielverd.com/es/proyectos>

Villa, F. (2017). La democracia en escuela un juego de roles. [https://www.researchgate.net/publication/334959735\\_La\\_democracia\\_en\\_escuela\\_un\\_juego\\_de\\_rols](https://www.researchgate.net/publication/334959735_La_democracia_en_escuela_un_juego_de_rols)

WikiArquitectura. (s.f.). Corona School – Ficha, fotos y planos. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/corona-school/>

